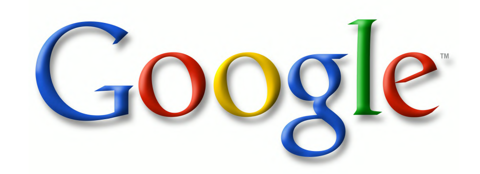
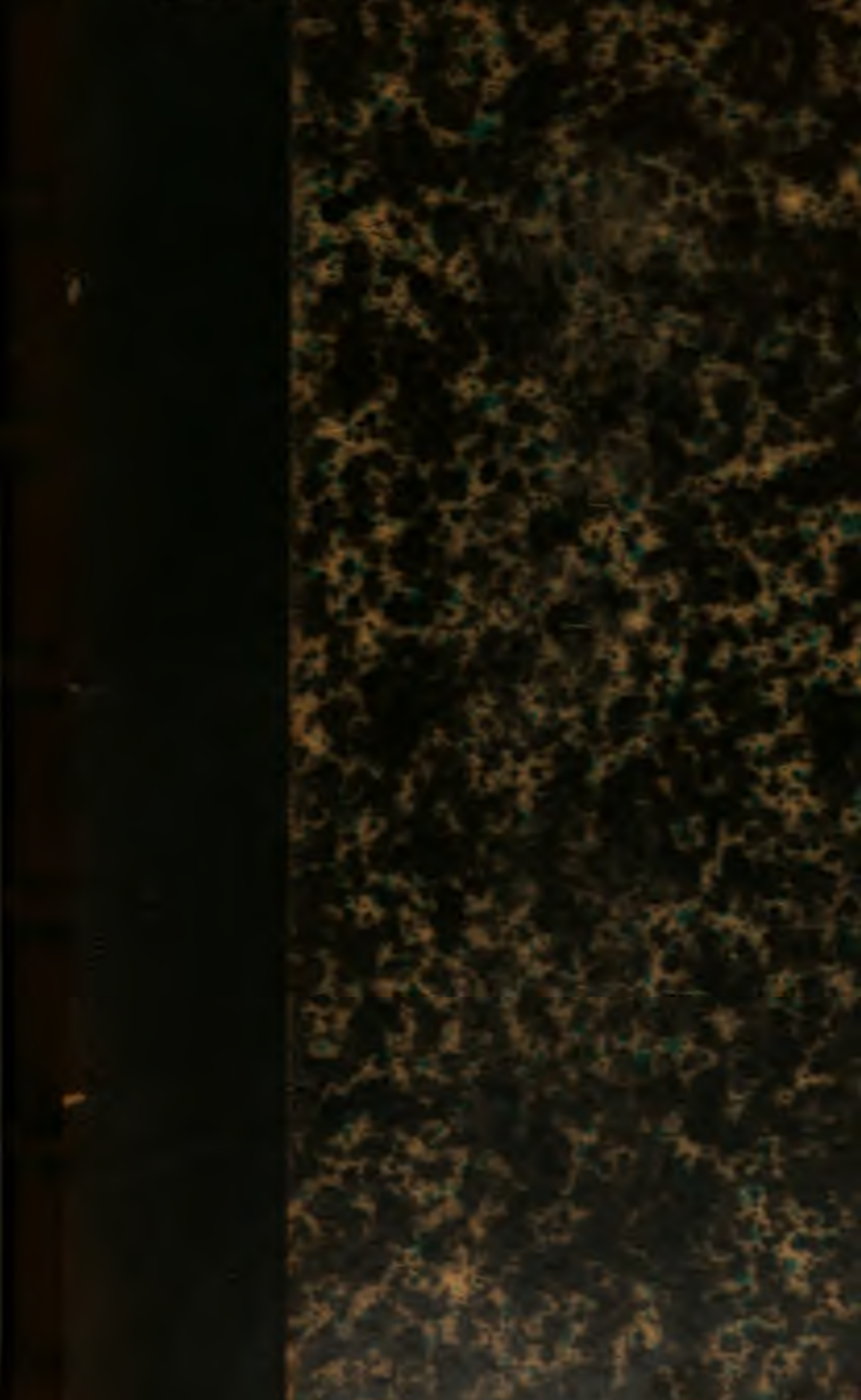
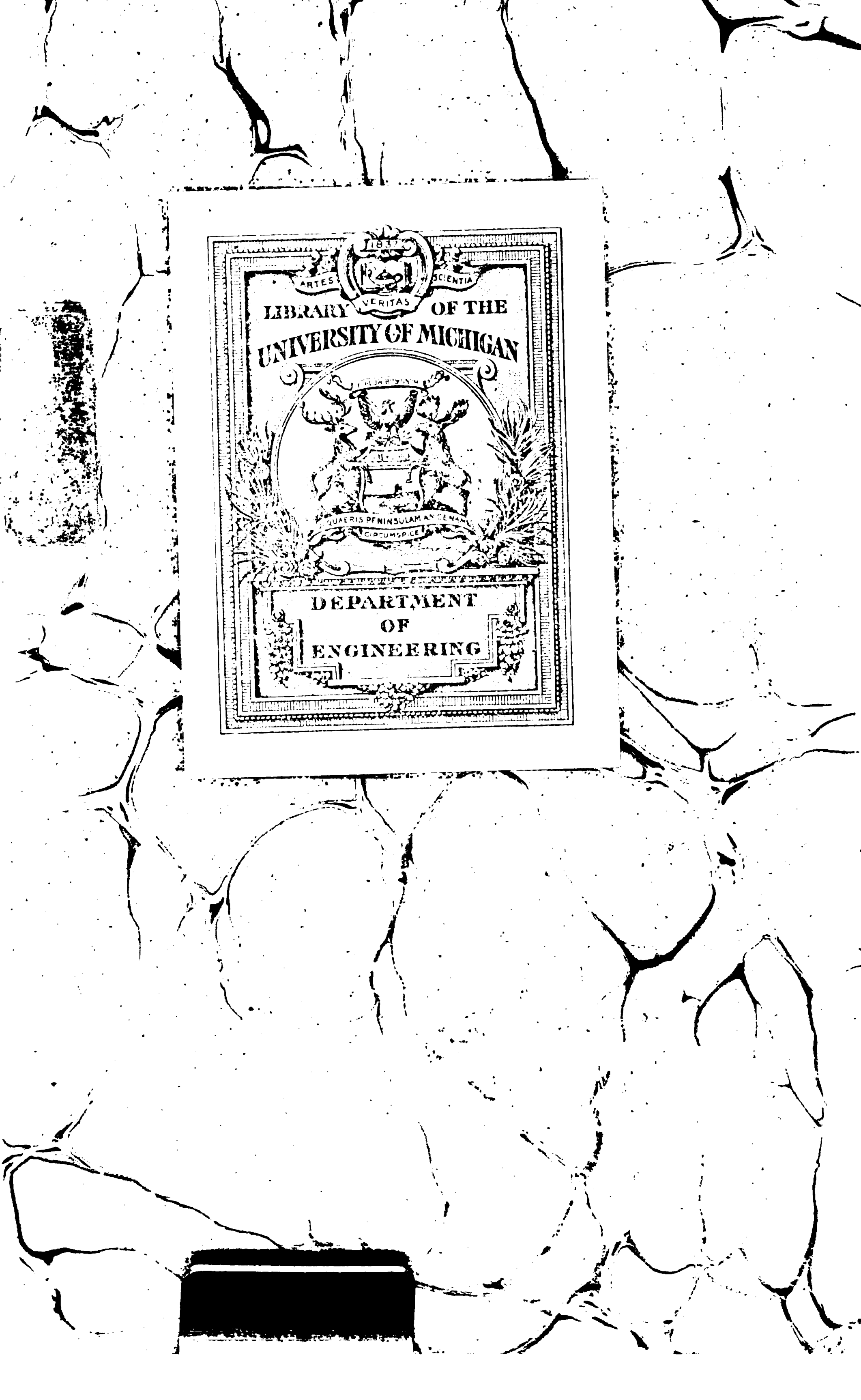





1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
E PLURIBUS UNUM
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE
DEPARTMENT
OF
ENGINEERING



SOCIÉTÉ

DES

INGÉNIEURS CIVILS

DE FRANCE

ANNÉE 1899

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ

DES

INGÉNIEURS CIVILS

DE FRANCE

FONDÉE LE 4 MARS 1848

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR DÉCRET DU 22 DÉCEMBRE 1860

ANNÉE 1899

PREMIER VOLUME

PARIS

HOTEL DE LA SOCIÉTÉ

19, RUE BLANCHE, 19

—

1899

La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses Membres dans les discussions, ni responsable des Notes ou Mémoires publiés dans le ***Bulletin***.

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

JANVIER 1899

N° 1

Sommaire des séances du mois de janvier 1899 :

Pendant le mois de janvier 1899, la Société a reçu :

Arts militaires.

LAURENT. — *Résistance des bouches à feu*, par P. Laurent (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (petit in-8° de 192 p.). Paris, Gauthier-Villars, Masson et Cie, 1898 (Éditeur). 38583

Astronomie et Météorologie.

VALLOT (J.). — *Annales de l'Observatoire météorologique physique et glaciaire du Mont-Blanc* (Altitude 4 358 mètres). Publiées sous la direction de J. Vallot. Tome III (petit in-4° de 217 p. avec 74 fig. et 14 phot.). Paris, G. Steinheil, 1898. (H. Vallot et J. Vallot, M. de la S.). 38602

Chemins de fer.

AUVERT. — *Locomotive électrique à grande vitesse de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée*, par M. Auvert (Extrait de la Revue générale des chemins de fer et tramways, N° de Novembre 1898) (in-4° de 21 p. avec 3 pl.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1898. (Ch. Baudry, M. de la S.). 38613

GORTSCHAKOV (A. DE), HERZENSTEIN (Vl.), WEISSENBRUCH (L.). — *Aperçu des Chemins de fer Russes depuis l'origine jusqu'en 1892*. Élaboré et publié par la VIIIe Section (chemins de fer) de la Société Technique Impériale de Russie. Rédacteur en chef : André de Gortschakov; Rédacteurs de l'édition française : Vladimir Herzenstein et Louis Weissenbruch (2 vol. grand in-8° et 1 atlas même format de 105 pl. avec 1 carte). Bruxelles, Paul Weissenbruch, 1897. (Vl. Herzenstein, M. de la S.) 38580 à 38582

Royaume de Belgique. Ministère des Chemins de fer, Postes, Télégraphes, Téléphones et Marine, Compte rendu des opérations pendant l'année 1897, (in-4° de 276 p. avec 2 cartes). Bruxelles, J. Goemaere, 1898. 38571

VOLKERT (C.). — *La Locomotive*. Modèle démontable en carton. Historique et description pour enseignement sans maître et à l'usage des Écoles industrielles, par Christophe Volkert (brochure 240×350 de 24 p. avec 23 fig. et 5 pl.). Paris, E. Bernard et Cie, 1898 (Éditeurs). 38665

Chimie.

BILLON (F.). — *Petite Encyclopédie pratique de chimie industrielle*. Publiée sous la direction de F. Billon. — *Bière, cidre, poiré*, 11e volume de la collection. — *Farines et fécule*, 12e volume de la collection (2 vol. in-16 de 160 p.). Paris, E. Bernard et Cie, 1898 (Éditeurs). 38575 et 38576

DURAND-CLAYE, DERÔME, FERET. — *Chimie appliquée à l'art de l'Ingénieur*. Seconde édition revue et considérablement augmentée. Première partie : *Analyse chimique des matériaux de construction*, par Ch. Durand-Claye et Derôme. Seconde partie : *Étude spéciale des matériaux d'agrégation des maçonneries*, par René Féret (Encyclopédie des Travaux publics) (grand in-8° de 585 p.). Paris, Baudry et Cie, 1897. 38585

Dr J. EFFRONT. — *Les enzymes et leurs applications*, par le Dr Jean Effront (in-8° de 370 p.). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1899 (Éditeurs). 38658

FLEURENT (E.). — *Manuel pratique d'analyse chimique appliquée à l'examen des produits industriels et commerciaux*, par Émile Fleurent (in-8° de 720 p.). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1898 (Éditeurs). 38656

Construction des machines.

LENEVEU. — *Notice sur le niveau d'eau de précision du Capitaine Leneveu* (in-8° de 48 p. avec 7 pl.). Paris, H. Morin (Éditeur M. de la S.). 38610

VIGREUX (Ch.), MILANDRE (Ch.) et BOUQUET (R.-P.). — *Traité de la construction, de la conduite et de l'entretien des voitures automobiles.* Publié sous la direction de Ch. Vigreux, par Ch. Milandre et R.-P. Bouquet. Troisième volume. *Voitures automobiles à pétrole* (in-16 de 160 p. avec 113 fig.). Paris, E. Bernard et C[ie], 1899 (Éditeurs). 38667

VOLKERT (C.). — *La Machine à vapeur.* Distribution avec tiroir à détente, système Meyer. Modèle démontable en carton. Notices historiques et descriptions, par Christophe Volkert (brochure 240 × 350 de 20 p. avec 15 fig. et 1 pl.). Paris, E. Bernard et C[ie], 1899 (Éditeurs). 38666

Éclairage.

FLEURY (E.). — *Guide-Annuaire général des industries : gaz, eaux, électricité.* (Quatrième année). Édité par le Journal-Revue gaz et électricité, 42, rue de Maubeuge, à Paris, Directeur, Émile Fleury (in-8° de 607 p.). Paris, Imprimerie des Arts et Manufactures, 1898. 38604

GODINET. — *Société technique de l'Industrie du gaz en France. Rapport de M. A. Godinet sur le 27[e] Congrès des gaziers italiens et l'Exposition générale de Turin en 1898* (in-8° de 31 p.). Paris, P. Mouillot, 1898 (Auteur). 38572

Économie politique et sociale.

Association des Industriels de France contre les accidents du travail. Circulaire n° 12. Rapport sur la loi du 9 avril 1898 concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail (in-8° de 18 p.). Paris, Chaix, 1898. 38573

CHAIX. — *Annuaire-Chaix. Les principales Sociétés par actions :* Compagnies de chemins de fer, Institutions de crédit, Banques; Sociétés minières, de transport, industrielles; Compagnies d'assurances, etc. Huitième année, 1899 (in-18 de 586 p.). Paris, Chaix, 1899. 38668

ECHAGARAY (S.). — *El Catastro y el Impuesto predial.* Informe rendido al señor Secretario de Hacienda y crédito público Lic. José Yves Zimantour, por Salvador Echaragay (in-4° de 177 p.). México, Tipografia de la Oficina impresora del Timbre, 1898 (Auteur). 38661

LALANCE (A.). — *Mulhouse français, 1798-1871,* par Auguste Lalance (in-8° de 36 p.). Paris, Chaix, 1898 (Auteur, M. de la S.). 38660

Électricité.

ARMAGNAT (H.). — *Instruments et méthodes de mesures electriques industrielles,* par H. Armagnat (in-8° de 586 p.). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1898 (Editeurs). 38657

Nederlandsche Vereeniging voor Electrotechnik — 1897-1898. V. Notulen der Vergadering van 18 December 1897. Namlijst de Leden op 1 Januari 1898 (in-8° de 63 p. avec 1 pl.). — *1897-1898. VI. Notulen der Vergadering an 5 April 1898* (in-8° de 30 p.). — *1897-1898. VII. Notulen der Vergadering van 15 October 1898* (in-8° de 50 p.), — *Verslag van de Commissie voor de opleiding van Electrotechnische worklieden* (in-8° de 38 p. avec 15 pl.) s'Gravenhage e Leiden, 1898. 38594 à 38597

Transactions of the American Institute of Electrical Engineers. Vol. XIV, 1897 (grand in-8° de 672 p.). New-York City, Published by the Institute, 1898. 38671

Enseignement.

École spéciale d'architecture. Année 1898-1899. Séance d'ouverture du 12 novembre 1898. Présidence de M. Georges Berger (in-8° de 29 p.). Paris, Delalain frères. 38662

R. Università Romana. Scuola d'applicazione per gl' Ingegneri. Annuario per l'anno scolastico 1898-1899 (in-32 de 131 p.). Roma, 1898. 38579

Métallurgie.

Comité des Forges de France. Annuaire 1898-1899 (petit in-8° de XIV-311 p.). Paris, Hemmerlé et Cie, 1898. 38611

Mines.

GRUNER (E.) ET FUSTER (E.). — *Aperçu historique sur les Syndicats de vente des combustibles dans le bassin Rhénan-Westphalien*, par E. Gruner et E. Fuster. 1er Novembre 1898 (in-8° de 84 p). Paris, Comité central des Houillères de France (Éditeur). 38612

RICHARD ROTHWELL (P.). — *The Mineral Industry*, its statistics, technology and trade, in the United States and other countries. Edited by Richard P. Rothwell. — 1893. Vol. II (grand in-8° de XL-894-109 p.). — 1894. Vol. III (grand in-8° de XXVIII-770-111 p.). — 1896. Vol. V. (grand in-8°, de XXXVIII-865-74 p.). — 1897. Vol. VI (grand in-8° de XXXIV-984 p.). New-York and London, The Scientific Publishing Company, 1894, 1895, 1897 et 1898. 38606 à 38609

M. ROJADO RIBEIRO LISBOA (AR.). — *O Manganez no Brazil. Contribuição ao estudo das jazidas mineraes Brazileiras 1898*, por M. Ar. Rojado Ribeiro Lisboa (in-8° de 48 p.). Rio de Janeiro, 1898 (Auteur, M. de la S.). 38601

Navigation

CADART. — *Ascenseurs, plans inclinés et écluses pour le rachat des grandes chutes des canaux. Chute de 41 mètres de la descente en Saône du canal de la Marne à la Saône*, par Gustave Cadart (Extrait des nouvelles Annales de la Construction) (grand in-8° de 183 p. avec 12 pl.). Paris, Baudry et Cie, 1898 (Auteur). 38577

Izdanie Komissii po oustroïstvou kommertcheskikhe Portove. Materialii dlia opisaniia Roussikhe kommertcheskikhe Portovei Istorii ikhe sooroujeniia (13 vol. grand in-8° et 4 atlas grand in-4°). St-Pétersbourg, 1894 à 1898. 38634 à 38650

PESCE (G.-L.). — *Contre les naufrages*, par G.-L. Pesce (Extrait de la Revue des Revues du 15 décembre 1898) (in-8° de 19 p.). Paris, A. Davy, 1898 (Auteur M. de la S.). 38673

RONNA (A.). — *Le Tibre et les travaux du Tibre*, par A. Ronna (Extrait des Bulletins de septembre et novembre 1898 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale) (petit in-4° de 178 p. avec 39 fig.). Paris, Chamerot et Renouard, 1898 (Auteur M. de la S.). 38670

Sciences mathématiques

APPELL. — *Eléments d'analyse mathématique à l'usage des Ingénieurs et des Physiciens*. Cours professé à l'École Centrale des Arts et Manufactures, par M. Appell (grand in-8° de 720 p.). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1898 (Éditeurs). 38655

BINET (A.). — *Contribution à l'étude des murs de réservoir. 1° Calcul des dimensions d'un mur de retenue*, par Auguste Binet (in-4° de 12 p.) ; 2° *Captation des fuites des enduits*. Note par Auguste Binet (in-4° de 14 p.). Paris, Chaix, 1898 (Auteur, M. de la S.). 38598 et 38599

Sciences morales

DESCHAMPS. — *France-Russie 1891-1898*. Livre d'or de l'Alliance Franco-Russe. Dédié à LL. MM. l'Empereur et l'Impératrice de Russie et à M. Félix Faure, Président de la République Française, par Philippe Deschamps (in-4° de 402 p. avec 25 gravures). Paris, E. Leroux (Auteur). 38614

Notice nécrologique sur M. N.-P. Raffard (pages 961 à 971 du Bulletin administratif, N° 11, de Novembre 1898, de la Société des anciens Élèves des Écoles Nationales d'Arts et Métiers). Paris, Chaix, 1898. 38633

RAVENEAU. — *Travaux des Russes dans l'Asie septentrionale*, par Louis Raveneau (Extrait des Annales de Géographie, tome VII, 1898, Nos 34 du 15 juillet et 36 du 15 Novembre, pages 351 à 440). Paris, Armand Colin et Cie (Auteur). 38574

Technologie générale.

Annuaire pour l'an 1899. Publié par le Bureau des Longitudes, avec des Notices scientifiques (in-18 de V-658-113 p.). Paris, Gauthier-Villars, 1899. 38664

Atti del Collegio degli Architetti ed Ingegneri in Firenze. Ano XXI. Fascicolo unico. Gennaio-Dicembre 1896 (in-8° de 81 p.). Firenze, 1896. 38578

CHEVRIER (E.). ET DELATTRE (Aug.). — *Cours de dessin industriel,* par E. Chevrier et Aug. Delattre (petit in-4° de 111 p. avec 32 fig.). Paris, Édouard Cornély, 1898 (Éditeur). 38615

Cinquantenaire de l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège. Séances techniques du 17 Octobre 1897 (in-8° de 428 p. avec 16 pl.). Liége, Charles Desoer. 38605

HACHETTE. — *Almanach Hachette.* Petite Encyclopédie populaire de la vie pratique. Édition simple de 1899 (in-16 de 436-CXXVIII p.). Paris, Hachette et Cie, 1899. 38584

JORDELL (D.). — *Répertoire bibliographique des principales Revues françaises pour l'année 1897.* Rédigé par D. Jordell. Préface de Henri Stein (grand in-8° de X-209 p.). Paris, Per Lamm, 1898. 38669

Papers read before the Engineering Society of the School of Practical Science Toronto. N° 11. 1897-98 (in-8° de 164 p.). Toronto, Monetary Times Printing C° L^d^, 1898. 38617

Transactions of the American Society of Mechanical Engineers. Vol. XXIX. 1898 (grand in-8° de 1033 p.). New-Vork City, Published by the Society. 1898. 38672

TURGAN (L.). — *Les Grandes Usines.* Études industrielles en France et à l'Étranger, par Louis Turgan. Nouvelle série. Tome I (grand in-8° de 448 p. avec illust.). Paris, E. Bernard et Cie, 1898 (Éditeurs). 38616

Travaux publics

Annales des Ponts et Chaussées. 1re partie. Mémoires et documents. 7e série. 8e année. 1898. 3e trimestre (in-8° de 460 p. avec pl. 29 à 34). Paris, V^e^ Ch. Dunod, 1898. 38600

Annual Report of the Street Department of the City of Boston-1897. (Grand in-8° de 374 p. avec illust.) Boston, Municipal Printing Office, 1898. (Benj. W. Wells Superintendent of Streets). 38618

BARANOVSKII (G.-V.). — *Stroitele-Viéstnike arkhitektourii domovladiéniia i sanitariago zodtchestva.* Années 1895, 1896, 1897 (3 vol. grand in-4°). Année 1898. N°s 1 à 21 (10 fascicules grand in-4°). Saint-Pétersbourg, 1895 à 1898 (Auteur). 38619 à 38631

BARANOVSKII (G.-V.). — *Zdaniia i sooroujéniia vserossiiskoi khoudojestvenno promiichlennoi viistavki. 1896 goda ve Nijneme-Novgorode* (grand in-4° de XIV p. avec 145 pl.), Saint-Pétersbourg, 1897 (Auteur). 38632

BARRÉ (L.-D.). — *Petite Encyclopédie pratique du Bâtiment.* Publiée sous la direction de L.-D. Barré. *Chauffage, fumisterie, ventilation, éclairage, électricité,* 9e volume de la collection. — *Distribution d'eau, assainissement,* 10e volume de la collection. — *Couverture, plomberie, zingage,* etc., 11e volume de la collection. — *Lois et règlements concernant la construction,* 12e et dernier volume de la collection (4 vol. in-16 de 160 p.). Paris, E. Bernard et Cie, 1898 (Éditeurs). 38651 à 38654

DEBAUVE. — *Procédés et Matériaux de construction*, Tome I : *Sondages, terrassements, dragages*. — Tome II : *Fondations*. — Tome III : *Matériaux de construction*. — Tome IV : *Outillage et organisation des chantiers*, par A. Debauve (4 vol. grand in-8° de 403, 426, 680, 368 p., et 4 atlas, format 310×240 de 29, 43, 30 et 60 pl.). Paris Vᵉ Ch. Dunod et P. Vicq, 1894. Nouveau tirage. 38586 à 38593

DUVILLARD (P.). — *Alimentation d'eau de Paris*. Société d'études pour l'adduction des eaux françaises du lac Léman à Paris et dans la banlieue. Projet P. Duvillard (in-4° de 15 p.). Paris, Chaix, 1898. (Ed. Badois et P. Duvillard, MM. de la S.). 38659

HÉRAULT (J.). — *Annuaire d'adresses des fonctionnaires du Ministère des Travaux publics, des chemins de fer, de la navigation, des mines, de l'industrie et des banques*, par J. Hérault. 1899 (in-12 de 353 p.). Paris, Boulevard Saint-Germain, 246. 38603

WÉRY (P.). — *Assainissement des villes et égouts de Paris*, par Paul Wéry (Bibliothèque du Conducteur de travaux publics) (in-16 de 663 p. avec 434 fig.). Paris, Vᵛᵉ Ch. Dunod, 1898 (Éditeur). 38663

———

Les Membres nouvellement admis pendant le mois de janvier 1899, sont :

Comme Membres Sociétaires, MM. :

E.-N. Commelin,	présenté par MM.	F. Bourdon, Lacauchie, Loppé.
Ch.-V. Guesdon,	—	Bidet, Bodin, Drouin.
Ch. Lambert.	—	Rey, G. Dumont, Soreau.
R. Liébaut,	—	Loreau, Delaunay-Belleville, Ch. Weyher.
M. Lisboa,	—	Loreau, Thiré, Rey.
A. Lotz fils,	—	L. David, Lotz-Brissonneau, Naeder.
G. Marteau,	—	Loreau. L. Masson, Seiler.
A.-E.-H. Martin,	—	Bertrand de Fontviolant, Gatget, A. Dumas.
M.-S.-A. Michaud,	—	Loreau, Michaud, R. Panhard.
M. Mintz,	—	Canet, E. Bert, P. Jannettaz.
A. Neyret,	—	Chardon, Lavezzari, Hillairet.
A. Palaz,	—	Gonin, A. Mallet, Potterat.
P.-Ch. Pierrel,	—	Bidermann, Geay, Thomine.
A. de Traz,	—	Loreau, Rey, Richemont.
J.-A.-A. Vauthier,	—	du Bousquet, Escande, Seyrig.
J.-T. Westcott,	—	H. Chapman, Powell, Vaslin.
E.-A. Wittmann,	—	Boubée, Guppy, Langrand.

Comme Membres Associés, MM. :

J. Bonna,	présenté par MM.	Taittinger, Driessens, Voisine.
H.-R. Bunzli,	—	Brulé, Foucart, Fremont.
A. Chaix,	—	Loreau, G. Dumont, Ed. Simon.
A. Dufrêne,	—	Loreau, G. Dumont, M. Picard.
L.-E. Gaveau,	—	Badois, Dujardin-Beaumetz, Lesourd.
G. Meyer,	—	Badois, Cohendet, Ed. Simon.
N. Roser,	—	Ch. Bourdon, Bougault, Compère.
E.-G. Sohier,	—	Loreau, G. Dumont, E. Bourdon.
L.-E. Standaert,	—	Chardon, Lanseigne, Lavezzari.

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU MOIS DE JANVIER 1899

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 6 JANVIER 1899

Présidence de M. A. Loreau, Président.

La séance est ouverte à 8 heures et demie.

M. A. Loreau, Président sortant, prononce le discours suivant :

Mes chers Collègues,

J'ai lu dans plusieurs journaux donnant le programme de la séance de ce soir : « Discours de M. Loreau, Président sortant, et allocution de M. Dumont, Président pour 1899. »

Il y a là une simple inversion. Je me porte garant de la haute valeur du discours que prononcera tout à l'heure notre ami Dumont, — mais quant au Président sortant, il vient, simplement, vous rendre compte du mandat que vous lui aviez confié, — vous dire ce qui a été fait et ce qui paraît pouvoir être fait encore, dans l'intérêt de notre chère Société, après avoir, avant tout, donné un sympathique souvenir aux Collègues, aux amis, que la mort nous a enlevés pendant l'année.

La liste en est longue et douloureuse — 67 noms y figurent.

Les âges s'échelonnent de 26 à 82 ans, se répartissant ainsi :

Collègues.	Ages.
1	20 à 30 ans.
3	30 à 40 ans.
4	40 à 50 ans.
19	50 à 60 ans.
25	60 à 70 ans.
12	70 à 80 ans.
3	80 à 90 ans.

56 Collègues étaient membres sociétaires et 11 membres associés.

Les différentes Ecoles sont représentées dans les proportions ci-dessous :

École Centrale	29
École des Arts et Métiers	10
École Polytechnique	2
École de Physique et de Chimie.	1
Ecole Centrale de Bruxelles	1
Institut Technologique de Saint-Pétersbourg. . .	1
École Polytechnique de Zurich	1

22 Collègues n'étaient pas sortis d'écoles techniques spéciales ; sur ce nombre, 11 étaient membres sociétaires et 11 membres associés.

Enfin, 28 sont morts à Paris, 26 en province, 2 en Alsace, 2 dans nos colonies et 9 à l'étranger.

Il a semblé que ce serait une consolation de revoir l'image de nos amis au moment où nous évoquerions leur souvenir.

Malheureusement, nous n'avons pu avoir tous les portraits désirés ; ceux qui ont été obtenus seront projetés sur l'écran, dans l'ordre de notre triste énumération.

Le groupement par sections suivant le classement adopté et la lecture dans l'ordre même des décès donne :

Ire SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.

M. L. Lechner, décédé à Buda-Pesth, à 64 ans, Ingénieur en chef des travaux de la ville de Buda-Pesth, Conseiller aux Ministères du Commerce et des Travaux publics hongrois, Vice-Président de la Société des Ingénieurs et Architectes hongrois.

M. P.-W. Schild, décédé au Caire, à 37 ans, ancien élève de l'École Polytechnique de Zurich, Ingénieur du gouvernement égyptien.

M. Baril, décédé à Paris, à 67 ans, Architecte de la Compagnie générale des Omnibus.

M. Soreau, Secrétaire de notre Société, a dit éloquemment, lors des obsèques d'Ernest Baril, les services que notre Collègue regretté avait rendus à la Compagnie des Omnibus, et, par suite, au public parisien, et il a rappelé que lors de la réception des Ingénieurs américains pour l'Exposition de 1889, une des intéressantes visites qui leur fut réservée eut lieu aux écuries superposées et aux ingénieux silos édifiées, boulevard Bourdon, par les soins de notre Collègue.

M. A. Agnes, décédé à Arras, à 62 ans, École Centrale (1857), a dirigé l'entreprise générale des gares et stations des Chemins de fer portugais, a été l'Architecte de la nouvelle prison cellulaire de Béthune, de l'asile d'aliénés de Saint-Venant, des écoles normales d'Arras, etc., Architecte en chef du Pas-de-Calais.

M. A. Milinaire, décédé à Montmorency, à 53 ans, Constructeur de travaux en fer.

M. F. Bauer, décédé à Majunga, à 34 ans, a été Inspecteur des bâtiments civils, expert près le Conseil de Préfecture et arbitre-rapporteur près le Tribunal de Commerce de la Seine.

M. A.-P. Doyen, décédé à Paris, à 51 ans, Entrepreneur de serrurerie.

M. E.-V. Pierron, décédé à Paris, à 50 ans, École Centrale (1870), a été Architecte-Voyer en chef adjoint de la Ville de Paris, Ingénieur des constructions métalliques à l'Exposition de 1889, officier de la Légion d'honneur.

Les grands travaux d'architecture étaient brillamment représentés par ces Collègues regrettés et nous pourrons dire de même pour les chemins de fer après l'énumération des 20 Collègues dont les noms suivent :

M. J. Bonnet, décédé à Fives-Lille, à 56 ans, Arts et Métiers (1857), Ingénieur des études du matériel fixe et roulant à la Compagnie de Fives-Lille.

M. Ch. Thouin, décédé à Montmorency, à 78 ans, École Centrale (1842), a été Ingénieur chef de service au chemin de fer de Lille à la frontière belge, puis Chef du mouvement et Ingénieur en chef des services actifs à la Compagnie du Nord, officier de la Légion d'honneur..

M. Eug. Dollot, décédé à Paris, à 65 ans, Entrepreneur de travaux publics, chemins de fer, canaux, irrigations, Ingénieur-Conseil de diverses Sociétés de chemins de fer, carrières, etc.

M. le Comte A. Lemercier, décédé à Paris, à 78 ans, Président du Conseil général de la Charente-Inférieure, Président de la Compagnie des chemins de fer des Charentes, Maire de Saintes, Administrateur du Crédit Industriel et Commercial, chevalier de la Légion d'honneur.

Je tiens à ajouter qu'à la Chambre le comte A. Lemercier fut pour votre Président un bien excellent et sympathique Collègue.

M. Ch. Bricogne, décédé à Paris, à 82 ans, École Centrale (1837).

Lors de ses obsèques notre éminent prédécesseur à la présidence, M. du Bousquet, a retracé la carrière de ce dernier survivant des Ingénieurs qui, ayant collaboré dès l'origine à la fondation de la Compagnie des chemins de fer du Nord, consacrèrent leur existence entière au développement de ce réseau qui, en cinquante ans, devait passer de 300 à près de 4 000 *km*.

Mis par Petiet à la tête du matériel roulant, Bricogne, pendant cinquante-trois ans, a conservé ces fonctions qui se compliquèrent, s'étendirent d'année en année et constituèrent l'important service qu'il dirigeait encore à la fin de sa laborieuse carrière, conservant auprès de lui de vieux travailleurs ayant presque autant de service que leur chef et qu'il avait su s'attacher par une sollicitude constante, s'étendant jusqu'aux enfants mêmes de ses ouvriers.

Bricogne fut Président du Conseil d'administration du journal *le Génie Civil*, dont le succès grandissant a été l'une des joies de la fin de sa vie.

En 1848, il avait été l'un des fondateurs de notre Société dont il était resté l'un des plus fermes soutiens.

M. A. Lambert, décédé à Paris, à 53 ans, a été attaché au service de l'exploitation du chemin de fer à voie étroite du département de l'Eure, Ingénieur-Directeur du chemin de fer à voie étroite du Cambrésis. Études et tracés de construction de chemins de fer.

M. Ch.-E. Martin, décédé à Pantin, à 57 ans, École Centrale (1864), a été au service des ateliers de voitures de la Compagnie du Nord.

Directeur de l'usine de MM. Desouches, David et Cie, constructeurs de matériel de chemins de fer.

M. V. MENDEZ, décédé à Vera-Cruz, à 60 ans, École Centrale (1858), a été député au corps Législatif du Mexique et Directeur de plusieurs Compagnie de chemins de fer au Mexique.

M. A.-A.-F. RENAULT, décédé à Paris, à 61 ans, Constructeur de voitures, transports, agriculture, guerre, etc., Juge au Tribunal de commerce.

M. A. PENEAUD, décédé à Paris, à 50 ans, École des Arts et Métiers d'Angers (1876), études des constructions métalliques de l'Exposition universelle de 1878, Ingénieur principal du matériel et de la traction aux chemins de fer de l'État.

M. F. LOISEL, décédé à Paris, à 78 ans, École Centrale de Bruxelles (1840), a été attaché à différentes Compagnies de chemins de fer belges et à la Compagnie P.-L.-M., Directeur du chemin de fer de Chimay.

M. A. DE BORODINE, décédé à Méran, à 49 ans, Ingénieur diplômé de l'Institut Technologique de Saint-Pétersbourg et de l'Institut des Voies de communication.

Ayant pendant dix années, de 1877 à 1887, comme Ingénieur en chef du matériel et de la traction, puis comme Directeur général donné son entier concours au développement des chemins de fer du Sud-Ouest, — réseau de plus de 3 000 *km*, — notre Collègue prit une part des plus actives aux progrès si rapidement réalisés en Russie sur les voies ferrées.

Notre distingué Collègue, M. Mallet, qui eut le plaisir d'être le collaborateur d'Alexandre de Borodine pour l'application du système compound aux locomotives du chemin de fer du Sud-Ouest, a publié sur l'administrateur, l'Ingénieur et l'écrivain, si prématurément enlevé à la science, une très complète et attachante notice.

Borodine à chacun de ses séjours en France avait toujours témoigné de l'intérêt qu'il prenait aux travaux de notre Société. Nous adressons et à ses proches et à sa nation l'expression de notre sympathie et de nos regrets.

M. L. DÉCÉ, décédé à Caen à 34 ans, École Centrale (1886), a été Directeur du tramway de Bayonne à Biarritz.

M. le Commandeur A. COTTRAU, décédé à Naples, a créé l'entreprise industrielle italienne de constructions métalliques, occupait dans les chemins de fer et les conseils gouvernementaux italiens une place des plus importantes.

M. J. ENGELMANN, décédé à Paris à 72 ans, a été élève de la maison André Kœchlin de Mulhouse, a été Inspecteur, puis Ingénieur de la traction des lignes belges exploitées par la Compagnie du Nord.

M. Ch. GRÉBUS, décédé à Madrid à 60 ans, École Centrale (1860), a été Ingénieur aux chemins de fer du Nord de l'Espagne, au P.-L.-M., puis à la Compagnie de Madrid-Saragosse et Alicante, dont il est devenu le Directeur général. A été Vice-Consul à Valladolid et Président de la Société Française de Madrid, Membre correspondant de la Société en Espagne, chevalier de la Légion d'honneur.

M. A.-L.-A. LAMBERT, décédé à Paris à 57 ans, Arts et Métiers de Châlons (1862), a été conducteur de travaux et chef de section de diverses

Compagnies en France et à l'étranger, représentant de la maison Bouchacourt et Cie.

M. N.-A. Dujour, décédé à Paris à 62 ans, Arts et Métiers de Châlons (1857), a été Ingénieur du matériel fixe aux Chemins de fer P.-L.-M., chevalier de la Légion d'honneur.

IIe SECTION

Mécanique et ses Applications, Machines à vapeur, etc.

M. J.-B. Pradel, décédé à Chalon-sur-Saône à 66 ans, Arts et Métiers d'Aix (1850), a été Directeur des chantiers du Creusot et membre de la Chambre de commerce de Chalon-sur-Saône.

M. E. Schmitz, décédé à Paris à 75 ans, Arts et Métiers de Châlons (1877), a été Ingénieur de fonderies et hauts fourneaux en France, travaux divers à l'étranger, sucreries, raffineries, moulins, fonderies, installations hydrauliques, bateaux à vapeur, en dernier lieu Ingénieur-chef du service des machines à la Compagnie Parisienne du Gaz, chevalier de la Légion d'honneur.

M. A. Hurtu, décédé à Albert à 63 ans, industriel, machines à coudre et diverses, vélocipèdes, automobiles, chevalier de la Légion d'honneur.

M. H. Schneider, décédé à Paris à 58 ans, Maître de forges, Député, ancien régent de la Banque de France, Administrateur des Chemins de fer de Paris à Orléans, Vice-Président du Comité des Forges de France, officier de la Légion d'honneur.

Comme Président de la Société des Ingénieurs Civils de France, j'ai assisté, au Creusot, aux obsèques de mon ancien et regretté Collègue à la Chambre des députés.

J'ai dit ici, à l'une de nos séances, dès mon retour, l'impression profonde laissée dans tous les cœurs par cette touchante et grandiose cérémonie.

Un chef paternel et respecté, pleuré d'une population tout entière, à laquelle lui aussi s'était donné tout entier pour continuer l'œuvre de l'ancêtre, puis, la sympathie et la confiance se reportant à leur tour, sans réserve, sur le fils appelé à continuer l'œuvre paternelle à laquelle il avait déjà si utilement collaboré.

Quel encourageant et réconfortant exemple !

M. F. Morane, décédé à Paris à 60 ans, constructeur-mécanicien, ancien maire du XIIIe arrondissement, ancien conseiller municipal de Paris et conseiller général de la Seine, officier de la Légion d'honneur.

M. L.-G.-J. Berger, décédé à Vieux-Thann à 69 ans, École Centrale (1852), a été attaché à la Compagnie de l'Est, a été constructeur de machines, maire de Vieux-Thann.

Puis deux Collègues appartenant à une industrie trop peu représentée dans notre Société.

M. P.-E. Jacquel, décédé à Natzwiller à 72 ans, Arts et Métiers de Châlons (1842), manufacturier, a monté et mis en marche plusieurs filatures et tissages.

M. H. Lacaille, décédé à Rethel à 58 ans, École Centrale (1861), filature et tissage mécaniques.

Et enfin :

M. A. Hureau de Villeneuve, décédé à Paris à 63 ans, Docteur en médecine, lauréat de l'Institut, Directeur du journal *l'Aéronaute*, Secrétaire de la Commission aéronautique de l'Exposition de 1900.

M. Raffard, ancien élève des Arts et Métiers d'Angers (1842), décédé à Paris à 74 ans.

Notre Collègue, M. Ed. Simon, dans une notice écrite avec son talent et sa chaleur de cœur habituels, nous a dit la série des problèmes étudiés et résolus par Raffard, dont le remarquable esprit d'observation et de méthode, toujours tenu en éveil par une activité ininterrompue, sut multiplier sur tous les terrains les conceptions originales et pratiques.

IIIe SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, etc.

M. H. Bécot, décédé à Paris à 64 ans, ancien élève de l'École des Arts et Métiers d'Angers (1852), a été Directeur des sondages de la maison Léon Dru, entrepreneur de sondages.

M. A. Dorémieux, décédé à Paris à 69 ans, Maître de forges, s'est fait une spécialité dans la fabrication des chaînes.

M. Pascal Garnier, enlevé par les fièvres à 26 ans, à Coolgardie, pendant le récent voyage entrepris avec son père dans l'Australie occidentale, voyage dont il nous annonçait le projet dans la très intéressante communication faite par lui à la Société au commencement de 1898, au retour d'une exploration d'une année en Nouvelle-Zélande, exploration entreprise elle même après une longue tournée d'études au Cap de Bonne-Espérance, au Transvaal, à la côte orientale d'Afrique, dont les brillants résultats avaient légitimé de si grandes espérances, hélas ! bien vite brisées !

M. J.-A. Crouet, décédé à Montmorency à 40 ans, École Centrale (1881), a été Directeur de carrières, gérant de la maison Civet, Crouet, Gautier et Cie, exploitants de carrières de pierre de taille.

M. J.-M. Prudon, décédé à Montataire à 63 ans, Arts et Métiers d'Aix (1854), a été attaché au Creusot et au Chemin de fer d'Orléans comme dessinateur, Administrateur-Directeur des Ateliers de construction de la Société anonyme des ponts et travaux en fer, à Montataire.

M. H. Scellier, décédé à Amélie-les-Bains à 70 ans, École Centrale (1849), a été attaché au Chemin de fer du Nord, puis aux forges de M. Morel à Charleville, a été fondeur.

IVe SECTION

Physique, Chimie industrielle, Divers, etc.

M. Ch. Boucher, décédé à Buc à 47 ans, École Centrale (1872), a été chef de fabrication dans différentes fabriques de sucre en France et à l'étranger, a représenté les établissements Cail à l'île de Java et la Compagnie de Fives-Lille au Brésil.

M. F.-A. Bauquel, décédé à Cirey à 64 ans, École Centrale (1855), Conseiller général, Directeur des glaceries de Cirey, Administrateur de la Société des verreries de Vallérysthal et Portieux et du Chemin de fer d'Avricourt à Cirey, Vice-Président de l'Association amicale des anciens élèves de l'Ecole Professionnelle de l'Est, chevalier de la Légion d'honneur.

M. A.-A. Mondollot, décédé à Fontenay-sous-Bois à 62 ans, Ecole Centrale (1859), constructeur d'appareils pour la fabrication des boissons gazeuses, auteur de divers perfectionnements de ces appareils.

M. P. Sazerac, décédé à La Rochefoucauld à 54 ans, École Centrale (1867), Ingénieur-gérant de la Société des Produits céramiques de Roumazières et de La Rochefoucauld, membre de la Chambre de commerce d'Angoulême, membre du Conseil du réseau du Chemin de fer de l'État.

M. Ch. Decaux, ancien élève de l'École Centrale (1837), décédé à Paris à 82 ans, après s'être occupé de céramique et de filature de laine, devint Directeur des Teintures aux manufactures nationales des Gobelins et de Beauvais, poste qu'il devait conserver de longues années, à côté de Chevreul, l'étudiant centenaire, dont Decaux semblait, malgré les ans, partager la jeunesse et la force.

Cette année même, lors d'une discussion importante soulevée ici, par l'analyse du remarquable ouvrage de nos Collègues Badois et Bieber sur l'assainissement des grandes villes, Decaux intervint, soutenant encore, avec une chaleur juvénile, malgré ses 82 ans, ses opinions sur les améliorations à apporter à l'alimentation en eau de cette chère Ville de Paris qu'il aimait passionnément et qui avait fait de lui, autrefois, un de ses conseillers municipaux.

Ve SECTION

Électricité.

M. G.-L. Margaine, décédé à Paris à 32 ans, élève de l'École de Physique et de Chimie industrielle de la Ville de Paris et Président de l'Association amicale des anciens élèves de cette Ecole, a été chef des travaux au Laboratoire central d'Électricité, Directeur de la Compagnie des accumulateurs électriques Blot et l'un des collaborateurs du volume du Cinquantenaire.

M. E. Schwartzweber, décédé à Nancy à 57 ans, s'est occupé principalement de physique et de chimie, galvanoplastie, gravure, photogravure, électricité, Inspecteur attaché au service technique de la Société générale des Téléphones pour la fabrication des câbles téléphoniques.

M. A. de Méritens, décédé à Éragny-Neuville à 64 ans, Ingénieur-Électricien s'étant spécialement occupé d'électro-chimie et d'électro-métallurgie.

La fin douloureuse de Méritens est encore présente à tous les esprits. Depuis de longues années il s'était tenu éloigné de la Société, oubliant qu'il aurait trouvé au milieu de nous non seulement un encouragement moral, mais ces concours effectifs prévus par vos statuts et dont votre Société est toujours heureuse de pouvoir disposer.

M. A. Chatard, décédé à Rome à 60 ans, Ecole Centrale (1862), fabri-

cant de produits chimiques, puis fabricant de sucre, Administrateur de la Compagnie Continentale Edison, Président du Conseil d'administration de la Compagnie générale des lampes à incandescence.

Son dévouement à notre œuvre, son affabilité parfaite l'avaient entouré de l'unanime estime. Sa mort prématurée a fait justement naître de profonds et d'unanimes regrets.

Dans une dernière section, nous avons groupé ceux de nos Collègues qui, par la diversité même de leurs travaux, auraient dû figurer dans plus d'une des sections déjà énumérées; nous trouvons :

M. J. Lejeune, décédé à Fort-de-France à 51 ans, répétiteur à l'École des Mécaniciens de Brest, second maître-mécanicien, a été Ingénieur en chef des ateliers de Colon pour la Compagnie du Canal de Panama, Conseiller municipal à Fort-de-France, y a monté une usine à fabriquer la glace artificielle.

M. H.-P. Limet, décédé à Cosne à 81 ans, École Centrale (1839). Constructeur des Ponts d'Oissel, Collaborateur et Associé de Michel Alcan. Industriel, Conseiller général de la Nièvre, Maire de Cosne, Chevalier de la Légion d'honneur, Membre du Comité de la Société de 1862 à 1867. Lui aussi faisait partie de la légion des robustes de corps et d'esprit. La proximité de la Nièvre et du Loiret m'avait fait de vieille date apprécier et l'Ingénieur habile et le citoyen dévoué sans réserve à son pays.

Son fils reste au milieu de nous pour recevoir les témoignages de la vive sympathie qu'avait su grouper son père bien regretté.

M. A. Pollok, décédé à 68 ans dans la catastrophe de *la Bourgogne*, École Centrale (1852). A été Métallurgiste, puis Ingénieur-Conseil et Avocat, Membre de la Cour suprême des États-Unis, Chevalier de la Légion d'honneur.

Notre prédécesseur et ami, M. L. Appert, vous a rappelé le cordial accueil réservé par Pollok à nos collègues appelés à New-York où il avait su se créer une situation prépondérante.

Par sa bienveillance, par la sûreté de ses conseils, il avait rendu à notre Société — qui tient à lui témoigner aujourd'hui sa profonde gratitude — les plus sérieux et les plus utiles services.

M. A. Bert, décédé à Bolbec à 58 ans, a été négociant et armateur.

M. E.-F. Delaperrière, décédé à Paris à 54 ans, École Centrale (1867), a été attaché à la Compagnie des chemins de fer P.-L.-M., puis aux chemins de fer des Charentes; a dirigé en 1870-1871 la fabrication d'artifices de guerre comme lieutenant du Génie Civil; artificier du Gouvernement.

M. A. Fernique, décédé à Paris à 57 ans, École Centrale (1862), a été attaché à la Compagnie des Chemins de fer de P.-L.M. et du Nord, Professeur à l'École Centrale; a créé une maison de photographie industrielle.

M. P. Labouverie, décédé à Bouillon à 77 ans, École Centrale (1842), Membre fondateur de la Société.

M. F. Parent, décédé à Madrid à 55 ans, École Centrale (1865), a été contrôleur d'usines à la Compagnie des Chemins de fer du Midi, Ins-

pecteur du matériel fixe de la voie au Chemin de fer du Nord de l'Espagne et Ingénieur-Directeur des Mines d'Aler.

M. A.-E. Hardon, décédé à Paris à 46 ans, École Centrale (1875), Ingénieur et Agriculteur, Chevalier de la Légion d'honneur.

M. E. Deligny, décédé à Saint-Denis de Piles à 79 ans, École Centrale (1842).

Notre collègue Vauthier a résumé, dans une intéressante notice, la vie si remplie de Deligny.

Ancien collaborateur de Flachat aux travaux de la gare Saint-Lazare et du pont d'Asnières, puis métallurgiste brillant en Espagne, où il concourut largement à redonner à la province de Huelva une prospérité exceptionnelle, Deligny avait reçu le titre de comte d'Alosno.

Revenu en France, élu Conseiller municipal, puis Conseiller général de la Seine, il prit part à l'étude de tous les grands projets de transformation de la Ville de Paris.

La Société vient de perdre en lui un de ses membres les plus distingués.

M. A.-E.-A. Lamarle, décédé à Paris à 63 ans, École Polytechnique, Ancien Capitaine du Génie, Ancien Sous-Préfet de la Défense Nationale, Directeur de la Compagnie des Eaux minérales de la Bourboule.

M. P.-F. Hély-d'Oissel, décédé à Paris à 58 ans, École Polytechnique et École des Mines (1865), Vice-Président de la Société de Saint-Gobain, Vice-Président du Conseil d'administration de l'École libre des sciences politiques, Vice-Président de la Société des Mines de Dourges, Administrateur de la Société de Commentry-Fourchambault.

M. F. Pauwels, décédé à Bruxelles à 74 ans, a été attaché au Chemin de fer de Marseille à Nice et au Chemin de fer du Nord, aux travaux maritimes du port de Dunkerque, a été Ingénieur de ladite ville; Expert-Juré près le Conseil de Préfecture de la Seine.

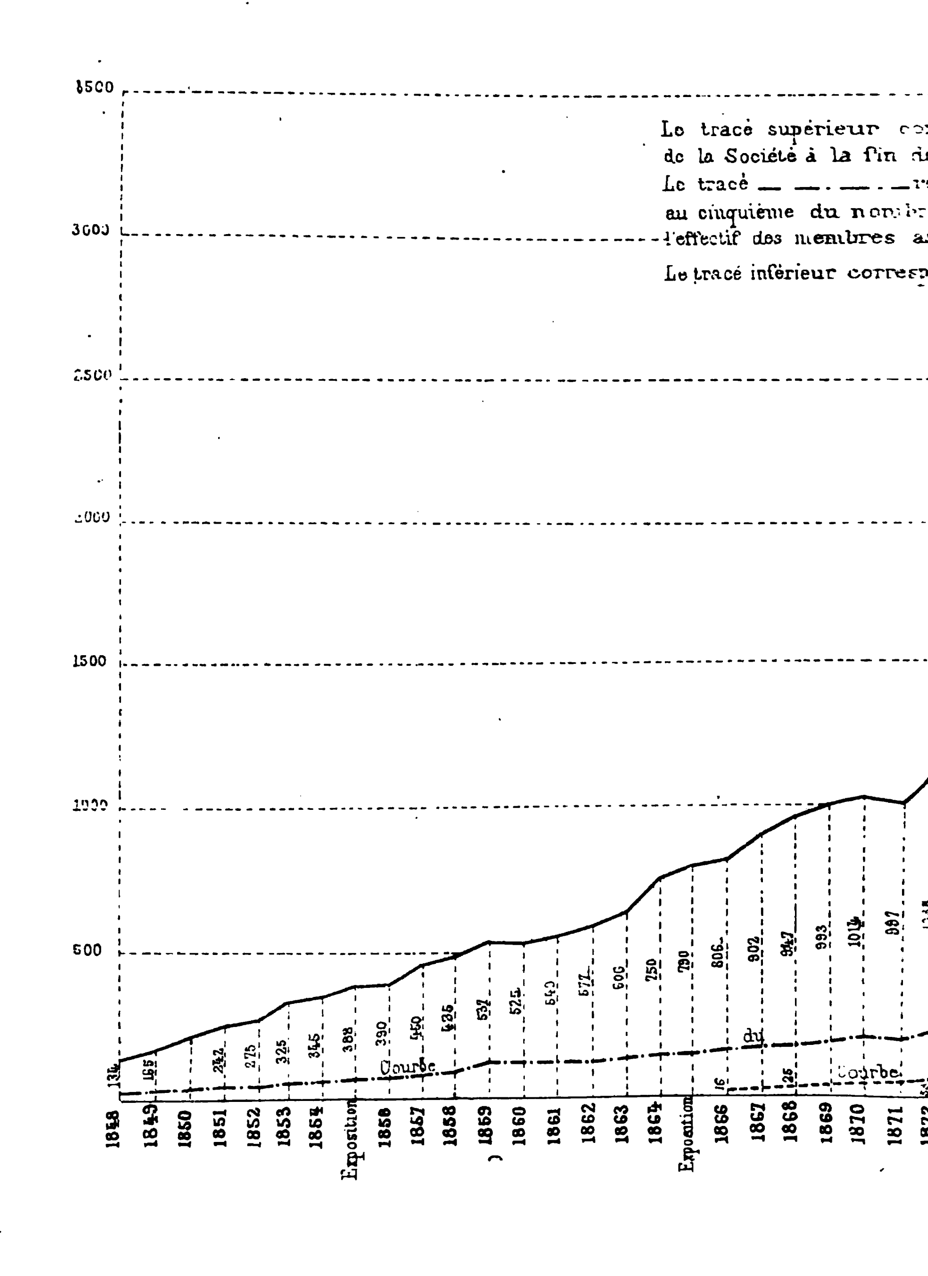
M. P. Berthot, décédé à Paris à 65 ans, École Centrale (1855), a été Ingénieur aux Chemins de fer Autrichiens, puis au Creusot, a été Ingénieur en chef de l'Exposition Française de Moscou en 1891 ; a installé le Palais de Glace des Champs-Élysées, prix annuel de la Société en 1886, un des collaborateurs du volume du Cinquantenaire.

Enfin, cette année même nous devons pleurer encore la perte de deux de nos anciens présidents.

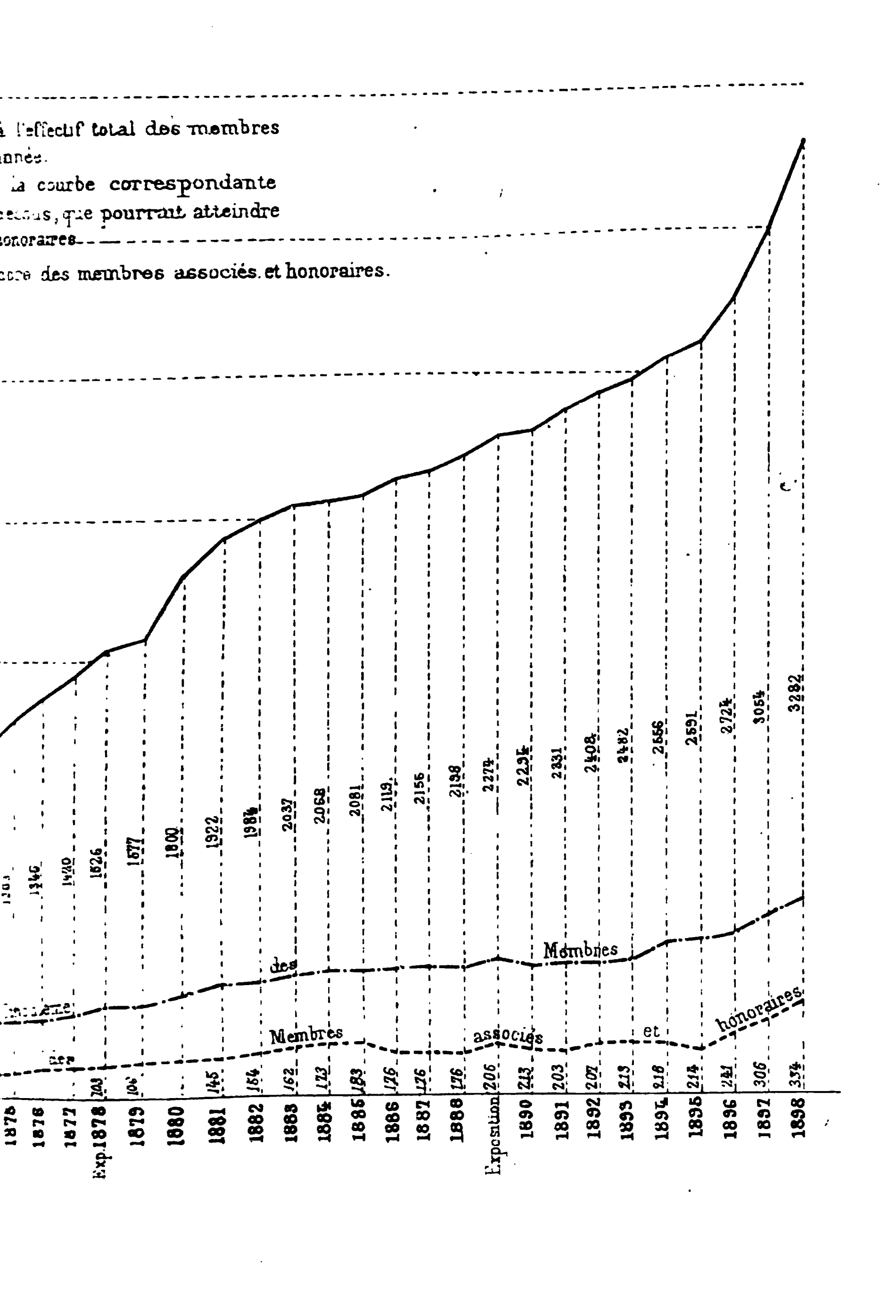
M. L. Martin, ancien élève de l'École des Arts et Métiers, Châlons (1837), Ingénieur en chef, puis Directeur du Chemin de fer de Vincennes, décédé au Parc Saint-Maur à 76 ans.

Notre ancien Président, M. Ed. Lippmann a dit à Martin sur sa tombe notre sympathie et nos regrets, il a rappelé le dévouement constant de notre excellent Collègue, non seulement à son œuvre préférée, le Chemin de fer de Vincennes, mais aux questions d'enseignement technique, d'hygiène générale, d'alimentation; pendant le siège de Paris trente-trois moulins organisés par Martin permirent de prolonger la résistance en prolongeant la durée des distributions de pain.

Au nom de la Société des Ingénieurs Civils de France tout entière, nous exprimons aujourd'hui à notre tour à son ancien Président, notre sincère reconnaissance.



3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
Le tracé supérieur co
de la Société à la fin d
Le tracé — —. — . —
au cinquième du nombr
l'effectif des membres a
Le tracé inférieur corresp
134
165
242
275
325
345
388
390
450
435
532
525
540
577
606
750
790
806
902
947
993
1014
987
Courbe
du
Courbe
16
25
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
Exposition
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
Exposition
1866
1867
1868
1869
1870
1871



à l'effectif total des membres
années.
la courbe correspondante
ceux, que pourrait atteindre
honoraires
des membres associés et honoraires.
1346
1440
1526
1677
1800
1922
1984
2037
2068
2081
2119
2156
2198
2274
2234
2331
2408
2482
2556
2591
2724
3054
3282
des
Membres
Membres
associés
et
honoraires
103
145
154
162
173
183
176
176
176
206
213
203
207
213
218
214
241
306
334
1875
1876
1877
Exp.1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
Exposition
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898

M. A. Gottschalk, décédé à Paris à 64 ans, ancien élève de l'École Centrale (1853).

Notre ancien et aimé Président, M. le sénateur Reymond, a publié sur Gottschalk une notice bien attachante, bien émue.

Les allocutions prononcées par M. E. Picard au Comité consultatif des chemins de fer, par M. Orsel au Comité d'exploitation technique, les discours entendus aux obsèques où parlèrent MM. Reymond, Trélat, Chabrier, Metzger, directeur des Chemins de fer de l'État, et votre Président ont dit toute la valeur technique de l'Ingénieur, toute la dignité et la bonté du caractère de l'homme.

Je ne puis redire ici tout entière cette grande existence dans laquelle la recherche constante de tout ce qui pouvait être utile à notre Société, agréable à ses membres a tenu une si large place.

Nous avons revu Gottschalk, oubliant la maladie déjà bien menaçante, pour venir au milieu de nous régler les derniers détails de l'inauguration du monument Flachat, œuvre à laquelle il avait collaboré avec tant de zèle, tant de passion.

Là, comme toujours, il se donnait, se sacrifiait tout entier avec cette bonté qui fut chez lui si caractéristique — et je ne puis résister à la tentation de redire ce soir un détail presque intime, mais d'une singulière éloquence, et recueilli de la bouche même de celui qu'il avait profondément touché : Gottschalk venait d'être nommé, à Vienne, à une situation brillante, à une Direction justement méritée. L'Ingénieur qui l'avait précédé à ce poste et qui était rentré en France prendre un repos mérité, est presque dès son retour victime d'un abus de confiance. Sa fortune laborieusement acquise est perdue. Il doit reprendre sa vie de fatigue et de travail. Gottschalk apprend la douloureuse nouvelle, voit les Administrateurs, leur fait accepter le rappel à son poste à lui du prédécesseur, de l'ami auquel il a succédé, et tout ainsi préparé, dit à celui que le malheur a frappé : Revenez, votre place d'hier vous est rendue. Je redeviendrai moi ce que j'étais, votre second, votre collaborateur dévoué, et nous travaillerons ainsi pour réparer les injustices du sort.

L'ami refusa et (comme la reconnaissance attire de nouveaux bienfaits) sut, dans une voie différente, reconquérir bientôt une situation brillante, heureux de pouvoir redire le désintéressement, la noblesse de caractère de son ami.

Mais ce n'est là qu'un trait au milieu de tant d'autres qui laisseront, mon cher Gottschalk, votre souvenir ineffaçable dans nos mémoires et dans nos cœurs. *(Approbations unanimes.)*

Après ces souvenirs de deuils voyons la longue et réconfortante série des preuves de la vitalité, du développement, du progrès constant de notre chère Société.

Vous avez pris part à dix-sept congrès, collaboré à dix concours ou expositions.

C'est par centaines qu'il faut compter les membres de notre Société nommés officiellement dans vingt-deux comités ou commissions diverses.

Quant aux récompenses, aux distinctions, aux décorations reçues, nous sommes heureux d'en donner la liste chaque année plus étendue, mais restant toujours pourtant incomplète.

Prix et Récompenses.

Les Prix et Récompenses qui suivent ont été décernés, en 1898, aux membres de la Société :

Le *Prix annuel de la Société* (1898), à M. M. Duplaix (séance du 17 juin);

Le *Prix François Coignet* (triennal 1895-1897), à M. Edouard Lippmann, ancien Président de la Société (séance du 17 juin);

Le *Prix Michel Alcan* (triennal 1895-1897), à M. Ch. Fremont (séance du 17 juin);

Le *Prix Daniel Dollfus*, à M. J. Garçon, par la Société industrielle de Mulhouse (séance du 7 janvier);

Un *Diplôme de Grand Prix* a été obtenu par M. Menier à l'Exposition de Bruxelles (séance du 7 janvier);

Le *Grand Prix des Sciences physiques en 1897*, à M. J.-M.-H. Vallot, par l'*Académie des Sciences* (séance du 4 février);

Le *Prix Somzée, de 25 000* f, à M. J. François, Ingénieur à Seraing (séance du 17 juin);

Le *Prix Trémont*, à M. Ch. Fremont, par l'*Académie des Sciences* (séances des 7 janvier et 4 février);

Une *Médaille d'or*, à M. M.-L. Langlois, par la Société des Anciens *Elèves des Ecoles d'Arts et Métiers* (séance du 7 octobre),

Et enfin une *Médaille d'or*, hommage de la Société à M. A. Loreau, *Président*, en souvenir du Cinquantenaire.

Le devoir m'oblige à lire ces lignes que ma modestie voudrait me faire passer sous silence, mais je tiens à vous redire, mes chers Collègues, ma profonde, ma cordiale, ma sincère reconnaissance.

Décorations françaises.

Officiers de la Légion d'honneur : MM. G. du Bousquet, P. Buquet, B. Dulau, P.-J.-A. Grelley;

Chevaliers de la Légion d'honneur : MM. E. Acker, A. Berthon, A. Bonnefond, H. Boucheron, L. Coiseau, L. Courtier, H. Desmons, J.-P. Grouvelle, A.-M. Kowalski, J. Lamaizière, T.-J. Le Coeur, A.-J. Michelin, P.-E. Ory, H.-G. Pinget, E.-L. Plichon, E. Plocq, L.-A. Pralon, J.-C. Prevet, L. Rey, A. Sacquin, A.-J-H. Salin, E. Stein, P. Vincey, A.-C.-D. Wallaert.

Officiers de l'Instruction Publique : MM. J.-M. Bel, M.-A. Brancher, M.-H.-C. Chassevent, G. Darrieus, Ch. Delessart, A. Droit, A. Guilbert-Martin, J. Hermant, Ch. Labro, H.-A. Legénisel, E.-A. Quenay, P. Regnard, A. Rouché, G.-H. Steinheil, G. Tresca, H. Vaslin.

Officiers d'Académie : MM. L. Arraou, E.-A. Bougenaux, E.-A. Bourdon, L. de Chasseloup-Laubat, A. Coze, L. Denis de Lagarde, E. Diligeon, E. Falgairolle, G. Fischer, P. Jannettaz, A. Lavezzari, P.-F. Le Roy,

J. Massalski, Ph. Morand, F. Raboeuf, M.-G. de Retz, L. de Seprès, R. Soreau, G. Tartary,

Officier du Mérite Agricole : M. A.-E. Simon ;

Chevaliers du Mérite Agricole : MM. E. Badois, N. Boucher, J. Cariman-trand, L. Courtier, G. Dumont, P.-M. Fauquier, Ch. Jablin-Gonnet, E.-E. Marchand-Bey, A. Philippe, A.-Ch. Thiré.

Décorations étrangères.

Grand Officier du Lion et du Soleil de Perse : M. G. Canet.
Commandeur de l'ordre du Medjidié : M. E. Robequain.
Officier de l'ordre du Medjidié : M. L. Chevalier.
Commandeur de Saint-Stanislas de Russie : M. Paul Charpentier.
Commandeur du Nicham Iftikar : M. F. Arnodin.
Officier du Cambodge : M. J.-M. Bel.
Chevaliers de Léopold de Belgique : MM. Ch. Compère et N. Raffard.

Les communications faites à nos différentes séances, les discussions élevées auxquelles elles ont donné lieu, constituent un bien intéressant chapitre réveillant de bien intéressants souvenirs; nous trouvons :

Ire SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.

NAVIGATION

M. F. Reymond, Analyse de l'ouvrage de M. Mazoyer, sur le *Pont-Canal de Briare et les travaux aux abords* (séance du 2 décembre); mémoire-bibliographie (Bulletin de décembre).

M. R. Le Brun, *Note sur quelques phénomènes observés dans les cours d'eau à fond mobile* (Bulletin d'avril).

M. C. de Cordemoy, *Mécanisme du lit fluvial.* — Analyse de l'ouvrage de M. F. Lokhtine. — Observations de MM. Fargue, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, R. Le Brun, J. Fleury, et Note de M. L.-L. Vauthier (séances des 1er et 15 avril); mémoire (Bulletin d'avril).

M. L.-L. Vauthier, Le *Mécanisme du lit fluvial.* — Brèves observations sur l'étude de M. Lokhtine (Bulletin d'avril).

M. C. de Cordemoy, *Amélioration de la rivière Hoogly.* — Analyse de l'ouvrage de M. L.-F. Vernon-Harcourt (séance du 1er avril) (Bulletin d'avril).

M. Da Costa Couto, *Amélioration des Embouchures de rivières à faible marée et à fond mobile, avec application à la barre de Rio-Grande do Sul* (séance du 7 octobre).

La série de ces communications se rattachant à l'importante question à l'étude « La Loire navigable », présentait un intérêt d'actualité exceptionnel.

Bien actuelles aussi, hélas ! furent les communications de nos collègues :

M. E. Duchesne, *Observation sur la construction et le compartimentage des coques de grands navires actuellement en service. Catastrophe de la*

Bourgogne. — Observations de M. Bertin, directeur du Bureau technique au Ministère de la Marine.

M. A. Lévêque, *Note sur les modifications des navires pour limiter les conséquences des naufrages et des collisions* (Bulletin de janvier).

M. L. de Chasseloup-Laubat, *Etat des forces navales de l'Espagne et des Etats-Unis* (séance du 6 mai) (Bulletin de mai).

Enfin, notre aimable collègue, M. J. Fleury, termina par son spirituel *Compte rendu du Congrès de navigation de Bruxelles, en 1898* (séance du 4 novembre), les études sur ces questions de si grande importance.

CHEMINS DE FER

M. Auguste Moreau, *Analyse de l'ouvrage de M. Joseph Martin sur une Étude comparative entre la voie normale et la voie de 1 mètre* (séance du 2 décembre); mémoire-bibliographie (Bulletin de décembre).

M. L. de Longraire, *Études et travaux exécutés de 1885 à 1897 par la Société Italienne des chemins de fer de la Méditerranée* (séance du 7 octobre); mémoire (Bulletin de novembre).

M. le professeur N. Belelubsky, *Chemins de fer russes : Amélioration du réseau de la Russie européenne* (séances des 17 juin et 7 octobre).

Enfin, notre excellent vice-président, M. L. Rey, par sa communication sur *La construction du chemin de fer de Sfax à Gafsa* (séance du 2 décembre; mémoire Bulletin de décembre), nous a donné un bien frappant exemple de la rapidité et du succès avec lesquels la France peut réaliser ces voies coloniales de pénétration d'une si haute importance économique et politique.

TRAVAUX PUBLICS

M. F. Delmas, *Nouveau système H. Murat de vitrerie sans mastic.* — Observations de M. P. Bonneville (séance du 17 juin); Lettre de M. A. de Marchena (séance du 2 juillet).

M. H. Chevalier, *Constructions des fortifications de Syou-Ouen (Corée)* (séance du 4 mars); mémoire (Bulletin de mars).

M. Thiéry, professeur à l'École forestière de Nancy, *Transports par câbles aériens et leurs applications à l'agriculture, à l'industrie et aux constructions.* — Observations de MM. H. Couriot, E. Badois, E. Kern, L. Rey, O. Rochefort, P. Guéroult (séances des 18 février et 6 mai).

M. M. L. Langlois, *Les conséquences à tirer de l'étude technique de la catastrophe de Bouzey* (3e partie). — *Calcul rationnel d'un barrage courbe à une ou plusieurs branches.* — Observations de M. E. Badois (séance du 18 février).

M. E. Chardon, *Analyse de l'ouvrage de MM. E. Badois et Bieber sur l'assainissement comparé de Paris et des grandes villes de l'Europe.* — Observations de MM. S. Périssé, E. Badois, Ch. Decaux, Petit de Forest, F. Marboutin (séance du 18 mars).

M. D. Federman, *Théorie de l'équilibre des systèmes en ciment et fer tirée, du principe du moindre travail,* d'après M. B.-B. Ferria, Ingénieur à Turin (Bulletin de juin).

M. E. Badois, *Analyse de l'ouvrage de M. P. Planat sur les fermes de combles* (séance du 1er avril).

IIe SECTION

Mécanique.

M. A. Mallet, Bibliographie : *Cours de mécanique appliquée aux machines*, par M. J. Boulvin, Ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées (Bulletin de janvier).

M. A. Mallet, *Traité pratique de la machine locomotive de M. Demoulin* (Analyse du) (Bulletin de mai) (séance du 20 mai).

M. A. Mallet, *Mémoire sur la question des locomotives* (traduit du *Russe*) (Bulletin d'avril).

M. A. Mallet, Bibliographie : *Les locomotives nouvelles*, par M. P. Guédon (Bulletin d'avril).

M. A. Lencauchez, *Notes et observations sur l'emploi de la vapeur comme puissance motrice.* — Observations de MM. A. Mallet, Ch. Compère, F. Barbier, L. Belmère, D. Casalonga (séance du 20 mai). — Observations de M. Ch. Baudry et A. Lencauchez, et Lettres de MM. Ch. Bellens, F.-L. Barbier, G. du Bousquet (séances des 7 et 21 octobre). — Lettre de M. A. Lencauchez et observations de MM. F.-L. Barbier et A. Lencauchez (séances des 4 et 18 novembre) : mémoire de M. A. Lencauchez (Bulletin de juin).

M. Ch. Compère, *Machines annexes des installations mécaniques.* — Observations de MM. E. Badois, L. Rey, L. de Chasseloup-Laubat (séance du 15 avril) ; mémoire (Bulletin d'avril).

M. A. Lavezzari, *Le tendeur dynamométrique de M. Louis Simon* (séance du 21 octobre).

M. M. Jouffret, *Sur les chaudières à émulsion de vapeur* (séance du 21 janvier) ; mémoire (Bulletin de janvier).

M. E. Duchesne, *Sur quelques résultats d'essais de chaudières multitubulaires marines.* — Observations de MM. L. de Chasseloup-Laubat et Bertin, directeur du bureau technique au Ministère de la Marine ; Lettres de MM. A. Mallet et E. Duchesne (séances des 21 janvier, 4 et 18 février) ; mémoire (Bulletin de janvier).

M. L. de Chasseloup-Laubat, *Lettre au sujet des chaudières marines* (Voir bulletin de décembre 1897) (séance du 18 février).

M. L. de Chasseloup-Laubat. *Différents modes de tirage dans les navires.* — Observations de M. Bertin, directeur du bureau technique au Ministère de la Marine ; Lettre de M. Lecomte (séances des 1er et 15 avril) ; mémoire (Bulletin d'avril) ; errata audit mémoire (Bulletin de mai).

M. F. Chaudy, *Sur la forme des carènes et les variations du niveau de l'eau à l'arrière des bateaux.* — Observations de MM. L. de Chasseloup-Laubat, R. Soreau, A. de Bovet, A. Duroy de Bruignac (séance du 18 novembre) ; mémoire (Bulletin de novembre).

M. F. Chaudy, *Résistance des bateaux à la traction.* — Observations de MM. A. Duroy de Bruignac, E. Pérignon, R. Soreau, G. Parrot (séance du 17 juin) ; mémoire (Bulletin de juin).

M. R. Soreau, *La vapeur, le pétrole et l'électricité dans les automobiles* (Bulletin de juin) (séances des 1er et 22 juillet).

M. E. Diligeon, *Les automobiles* (séance du 1er juillet).

M. F. Honoré, *Lettre au sujet du concours des automobiles. Poids lourds* (séance du 7 janvier).

M. A. Duroy de Bruignac, *Remarques sur le problème de la navigation aérienne* et réponse de M. R. Soreau (séance du 4 mars; mémoire Bulletin de mars).

M. R. Soreau, *Réponse aux remarques sur le problème de la navigation aérienne,* de M. Duroy de Bruignac (séance du 4 mars; mémoire Bulletin de mars).

M. F. Kreutzberger, *Rapport sur le Congrès de l'unification des filetages* (séance du 18 novembre; mémoire Bulletin de novembre).

IIIe SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, etc.

M. P. Chalon, *Analyse de l'ouvrage* de M. Louis Campredon, *Le guide pratique du chimiste métallurgiste et de l'essayeur* (séance du 18 mars).

M. P. Jannettaz, *Analyse bibliographique*. Deuxième volume de M. C. Schnabel, *Traité théorique et pratique de métallurgie* (Bulletin de mai).

M. M. Aumard, *Les industries minières et métallurgiques dans le sud de la Russie* (Bulletin de mars).

M. P. Jannettaz, *Compte rendu de l'ouvrage* de M. de Batz sur les *Gisements aurifères de Sibérie.* — Observations de MM. G. Dumont et J. Garnier (séance du 4 février).

M. P. Jannettaz, *L'industrie minérale dans la région de l'Oural* (séance du 15 avril).

M. G. Rolland, Ingénieur en chef des Mines, *L'alimentation des eaux artésiennes de l'Oued-Rir' et du Bas-Sahara.* — Observations de MM. Ed. Lippmann, J. Bergeron et lettre de M. P. Arrault (séances des 6 mai et 17 juin. Mémoire Bulletin de mai).

M. Édouard Lippmann, *Réplique aux observations de M. G. Rolland sur l'origine des eaux artésiennes* (Bulletin de mai).

M. Pascal Garnier (décédé), *Mines et ressources industrielles de la Nouvelle-Zélande.* — Observations de MM. L. Rey et H. Couriot (séance du 4 février. Mémoire, Bulletin de février).

IVe SECTION

Physique, Chimie industrielle, divers, etc.

M. A. Lencauchez, *Procédé de durcissement de la pierre calcaire et des enduits à base de chaux.* — Observations de M. Auguste Moreau (séance du 20 mai).

M. P. Mercier, *Divers moyens d'augmenter la latitude du temps de pose en photographie.* Observations de M. O. Rochefort (séance du 21 octobre).

M. A. Brüll, *Présentation à la Société de la publication de la Société philomathique de Bordeaux* (séance du 7 janvier).

M. E. Cacheux, *Rapport sur le Congrès international des habitations à*

bon marché, à Bruxelles, en juillet 1897 (séance du 4 mars, page 268). Mémoire (Bulletin de mars, page 291).

M. P. Gassaud, *Analyse de l'ouvrage* de M. Ravon sur le *Traité théorique et pratique de l'arbitrage et de l'expertise*. Observations de MM. S. Périssé et E. Simon (séance du 1er avril).

M. H. Mamy, *Prévention des accidents du travail et l'initiative privée* (séance du 21 octobre, page 67). Mémoire (Bulletin d'octobre, page 87).

Ve SECTION

Électricité.

M. F.-D. Drouin, *Traction électrique des tramways par accumulateurs à charge rapide* (Bulletin de juin).

M. P.-F. Le Roy, *Chauffage électrique*. — Observations de MM. G. Dumont, des Moutis, F. Hubou, H. Couriot, E. Badois, R. Arnoux, P. Regnard (séances des 4 et 18 février. Mémoire Bulletin de février).

M. O. Rochefort, *Interrupteurs de courant primaire des transformateurs Wydts-Rochefort* (séance du 2 décembre. Mémoire bulletin de décembre).

M. A. Lavezzari, *Nouvelle installation hydro-électrique du Mont-Dore*. — Observations de M. A. Lencauchez (séance du 4 novembre). Mémoire (Bulletin d'octobre).

Enfin, n'est-ce pas une brillante série de communications que la suite des chapitres de nos volumes du Cinquantenaire dont les auteurs doivent légitimement voir figurer leurs noms dans ces pages qui, au sens le plus élevé du terme, sont un véritable tableau d'honneur?

MM. E. Badois; — G. Baignères; — A. Barbet; — M. Bécard; — J. Bergeron; — E. Bert; — P. Berthot; — A. Brüll; — Ed. Bourdon; — E. Cacheux; — E. Candlot; — A. Charliat; — L. de Chasseloup-Laubat; — L. Coiseau; — Ch. Compère; — C. de Cordemoy; — H. Couriot; — E. Delachanal; — F. Delmas; — C. Delpeuch; — E. Duchesne; — G. Dumont; — J. Euverte; — R. de Faramond de Lafajole; — G. Féolde; — E. Flaman; — J. Fleury; — Ch. Fremont; — E. Guyot-Sionnest; — J. Higuette; — F. Honoré; — L. Hubou; — A. Jacqmin; — P. Jannettaz; — Ch. Lambert; — L. Langlois; — V. Langlois; — A. Liébaut; — Ed. Lippmann; — E. Lustremant; — E. Maglin; — A. Mallet; — E. de Marchena; — G. Margaine; — J. Morandiere; — A. Moreau; — E. Pérignon; — L. Périssé; — H. Pinget; — M. Pisca; — E. Pontzen; — P. Regnard; — G. Richard; — P. Roger; — E. Sartiaux; — Ed. Simon; — R. Soreau.

Enfin, pour couronner l'œuvre, il nous faut inscrire les noms des conférenciers qui, pendant les séances du Cinquantenaire, ont pris la parole soit devant M. le Président de la République, soit devant nos invités.

Ce sont :

MM. Alby, sur *le Pont Alexandre III;*

G. Courtois, sur le *Palais de l'Exposition de 1900;*

MM. S. E. le Général DE WENDRICH, sur *les chemins de fer en Russie ;*
H. COURIOT, sur un *nouveau procédé de détermination du degré de pureté des combustibles, fondé sur l'emploi des rayons X ;*
G. FORESTIER, *Compte rendu du concours des voitures de place automobiles ;*
BRIÈRE, sur *la pénétration de la ligne d'Orléans dans Paris ;*
Ch. JEANTAUD, sur les *automobiles électriques.*

Pour mener à bien tous ces travaux de l'année 1898, nous avons eu 11 réunions du Bureau, 22 du Comité, 19 de la Société et 88 séances de commissions et réunions diverses.

A tous ces efforts de tous, si bien secondés par l'intelligent dévouement du personnel de la Société dirigé avec une autorité, un tact, une distinction incontestables, par notre excellent Collègue M. A. de Dax, notre Secrétaire Administratif, auquel je suis heureux de rendre ici un public hommage — à tous ces efforts, dis-je, — répond le développement continu de notre influence, avec l'accroissement du nombre des Membres de notre Société.

Pouvons-nous continuer ainsi et même faire plus encore ? nous pouvons le croire, nous devons l'espérer ; deux raisons justifieront notre confiance et notre espoir.

Le graphique ci-joint (1) donne trois courbes : Total des Membres de la Société, courbe du cinquième, total des Membres associés.

En ne prenant que les chiffres des dix dernières années, nous avons :

ANNÉES (1)	NOMBRE TOTAL des MEMBRES (2)	NOMBRE ÉGAL AU 1/5 de (2) (3)	NOMBRE DE MEMBRES ASSOCIÉS et honoraires (4)
1898	3 282	656	334
1897	3 054	610	306
1896	2 724	544	241
1895	2 591	518	214
1894	2 556	511	216
1893	2 482	496	213
1892	2 408	481	207
1891	2 331	466	203
1890	2 294	458	213
1889	2 265	453	206

Vous voyez les chiffres de la colonne (4) rester toujours bien inférieurs à ceux de la colonne (3) ; or nos statuts disent :

« ART. 4. — Les membres de la Société, dont le nombre est illimité,
» se divisent en membres sociétaires, membres associés et membres
» honoraires. Le nombre des membres des deux dernières catégories ne
» devra jamais excéder le cinquième de celui des membres sociétaires. »

(1) Voir pages 8 et 9.

Nous sommes bien loin de transgresser les statuts, nous sommes bien loin de réaliser leur esprit, leur vœu.

Dans ses études si multiples, si précises sur la constitution de notre Société, notre vénéré prédécesseur, Flachat, indiquait nettement la distinction à faire entre le membre sociétaire et le membre associé.

« *Sociétaires* » tous les Ingénieurs diplômés de nos Écoles techniques, restés ou redevenus Ingénieurs libres, et tous ceux qui, savants ou industriels, peuvent donner à la Société l'explication théorique, technique d'un procédé ou créé ou utilisé par eux.

« *Associés* » tous ceux qui, administrateurs de nos grandes Compagnies, membres des Chambres de commerce, associés dans les grandes entreprises industrielles ou commerciales, suivent obligatoirement chaque jour les résultats obtenus partant de l'Ingénieur, en facilitent l'application, après en avoir discuté la valeur ou l'opportunité.

C'est ce rapprochement réalisé chaque jour dans la vie pratique qui doit avoir lieu à la Société même, et pour le bien de tous il faut que les chiffres de la colonne (4) se rapprochent jusqu'à les égaler de ceux de la colonne (3).

Quant à la colonne (2), les jeunes n'y figurent pas en nombre suffisant.

Le montant de la cotisation d'une part, la timidité légitime de celui qui n'a pas encore fait œuvre pratique d'autre part, tiennent éloignés de nous bon nombre de ceux qui bien plus tôt devraient être devenus nos Collègues.

La puissante Société des Ingénieurs Civils de Londres a vu le nombre de ses adhérents s'élever rapidement par la création de membres stagiaires ; la solution est incontestablement digne de notre étude, car de plus en plus se réalisera la charmante image formulée par l'un de nos anciens Présidents Trélat — notre Société deviendra de plus en plus cette oasis où les hommes, pouvant se mieux connaitre, savent se mieux connaitre.

Mais du moment qu'il s'agit du progrès de demain, je m'arrête, mon cher Dumont, car votre rôle commence.

Je sais quel est votre dévouement à la Société, je sais aussi quelle est votre valeur.

Vous avez été pendant cette année du Cinquantenaire un des meilleurs collaborateurs des succès obtenus.

Bien confiant, bien heureux, bien tranquille, je remets la présidence de notre Société entre les mains de Celui que des sympathies unanimes ont appelé à sa tête et, mon cher Dumont, je vous appelle au fauteuil. *(Longs et vifs applaudissements.)*

M. G. Dumont, nouveau Président, après avoir serré la main de M. A. Loreau, prend place au fauteuil présidentiel et prononce le discours suivant :

Mon cher Président,

Au nom de la Société des Ingénieurs Civils de France dont je suis assurément l'interprète fidèle, je viens vous exprimer notre vive reconnaissance pour la façon brillante dont vous l'avez représentée pendant

cette année du Cinquantenaire, année qui laissera de profondes traces dans nos annales.

En dépit de vos protestations, mon cher Président, j'ai le devoir et le grand plaisir de rappeler les services que vous venez de rendre à notre Société; mais pourrai-je le faire avec autant d'autorité et d'éloquence que M. le sénateur Reymond, lorsqu'il vous remettait le 1er juillet dernier, une médaille destinée à commémorer les belles fêtes dont vous avez été l'habile organisateur !

Notre ancien Président, dans le langage élevé qui lui est familier, a fait justement ressortir votre dévouement à notre Société, votre infatigable activité, les importants résultats obtenus, le charme enfin qui a accompagné tous les actes de votre Présidence, charme dont vous avez le secret et qui vous permet de mobiliser toutes les bonnes volontés, d'obtenir les plus actives collaborations.

Aussi ne chercherai-je point à répéter ici ce qui a été si bien dit; cependant il est un fait qu'on ne saurait trop mettre en évidence : c'est que l'année du Cinquantenaire n'a pas été seulement agréable et brillante; elle a été l'une des plus importantes pour le développement et la prospérité de notre grande Société.

Vous avez eu le soin, en effet, de montrer les services qu'elle rend au Génie Civil en provoquant des communications de premier ordre, en les étudiant personnellement à l'avance pour les faire suivre de discussions instructives, en demandant enfin à nos distingués Collègues de rédiger un historique succinct, mais précis et très documenté de nos principales industries.

Vous avez ainsi prouvé notre utilité et notre vitalité,

Vous avez bien mérité de notre Société,

Et nous vous exprimons une fois de plus notre vive et cordiale reconnaissance.

Mais, mon cher Président, vous avez rendu la tâche d'autant plus difficile à votre successeur, aussi réclame-t-il instamment votre concours et vos conseils (*Vifs applaudissements*).

Mes chers Collègues,

On a dit souvent, et avec raison, que la Présidence de notre Société était la plus haute récompense à laquelle puisse aspirer un Ingénieur civil.

Je vous remercie donc de l'insigne honneur que vous venez de me faire en me déléguant à cette fonction dont je sens toute l'importance.

Je crains de ne pouvoir vous exprimer en termes suffisants ma profonde reconnaissance, mais je m'efforcerai de vous la prouver, en mettant au service de notre Société mon entier dévouement, toutes mes facultés de travail et en restant le gardien fidèle de vos traditions (*Applaudissements*).

C'est bien en effet ce que vous attendez d'un président qui ne peut, comme ses éminents prédécesseurs, vous apporter l'autorité due à de savantes études théoriques ou à l'exécution de travaux remarquables.

Mon rôle sera forcément plus modeste. Il se trouve d'ailleurs nette-

ment indiqué par ce fait que je succède au Président du Cinquantenaire et que vous choisirez, l'année prochaine, le Président de 1900.

Préparer la tâche considérable de celui qui vous représentera pendant l'Exposition : voici ma mission.

Mais, pour la remplir comme il convient, il me faut votre bienveillant appui.

Quelles sont, en effet, les mesures qui apparaissent comme devant concourir efficacement au but que nous poursuivons?

Continuer l'œuvre de notre Président, M. Loreau ;

Augmenter le nombre de renseignements utiles à notre profession que donne actuellement notre Bulletin ;

Le préparer à recevoir les importantes études que nous allons demander à nos Collègues, pour compléter, à l'occasion de l'Exposition de 1900, ce qui a été si bien commencé par les Rédacteurs du volume du Cinquantenaire ;

Constituer immédiatement des Commissions composées de spécialistes qui puissent étudier, en temps utile, les progrès réalisés dans chaque industrie depuis l'Exposition de 1889. nous rendre compte de ces progrès et nous guider enfin dans nos visites à l'Exposition de 1900.

Montrer aux nombreux chefs d'industries qui ne sont pas encore nos Collègues que notre Société est un centre d'études et de discussions non seulement intéressantes mais indispensables à la réalisation des progrès qu'ils poursuivent ; que dans leurs séjours obligés à Paris en 1899 et en 1900, ils trouveront dans notre Hôtel une large et amicale hospitalité.

Nous espérons ainsi augmenter dans une grande mesure le nombre de ceux qui concourent à faire de notre Société un foyer d'intelligence, de science et de bonne confraternité.

Pendant que nous travaillerons ainsi à assurer notre succès à la prochaine Exposition, nous ferons appel aux éminents Collègues que nous comptons dans toutes les branches de notre profession pour nous présenter des communications sur les sujets qui attirent plus immédiatement notre examen et les faire suivre de discussions aussi approfondies que possible. *(Applaudissements.)*

Ce programme vous paraîtra peut-être bien vaste ; mais n'avons-nous pas l'obligation de ne rester étrangers à aucuns des progrès réalisés dans les diverses spécialités du Génie Civil ?

Jusqu'en 1892 vous les avez groupés en quatre sections. Mais, à cette époque, votre Président, M. Buquet, a pensé avec raison qu'il fallait en créer une cinquième comprenant toutes les applications de l'électricité.

C'est à cette spécialité nouvelle de l'art de l'Ingénieur, dont on pouvait prévoir déjà l'essor considérable, qu'appartiennent un grand nombre de nos Collègues. Aussi vous demanderai-je la permission de glaner un peu dans le vaste champ de leurs travaux pour vous montrer les progrès dont l'industrie leur est redevable.

La pile, inventée au siècle dernier, avait donné naissance à deux importantes applications industrielles : la télégraphie électrique, complétée depuis par la téléphonie, et la galvanoplastie qui remplaçait si

avantageusement les anciens procédés coûteux et malsains de la dorure, de l'argenture et du cuivrage.

Mais cette source d'électricité était insuffisante pour la réalisation industrielle d'autres applications parmi lesquelles la production de la lumière apparaissait depuis longtemps comme la plus importante.

Plusieurs de nos Collègues se rappelleront sans doute les difficultés qu'avait eu à surmonter M. l'Ingénieur Devillers du Terrage pour alimenter à l'aide du courant fourni par des piles les arcs qui éclairaient les caissons de fondation du viaduc du Point-du-Jour, en 1865.

L'emploi de l'électricité est devenu pratique du jour où Gramme a réussi par une ingénieuse disposition à engendrer un courant sensiblement continu avec la machine dynamo dont le fonctionnement repose sur les phénomènes d'induction découverts par Faraday en 1831.

On peut donc dire que pour l'Industrie l'invention de Gramme devait produire une révolution comparable à celle qu'avait amenée l'invention de la machine à vapeur.

La dynamo à courant continu, cet admirable transformateur d'énergie mécanique en énergie électrique immédiatement utilisable et dont le rendement atteignait dès le début 75 °/₀, était destinée par son inventeur à remplacer les piles utilisées jusqu'alors dans les ateliers de galvanoplastie.

Mais elle pouvait aussi bien fournir du courant aux lampes à arc, et elle offrait ainsi un nouveau moyen de réaliser l'éclairage électrique obtenu déjà en 1876 avec les courants alternatifs et les bougies Jablochkoff.

L'éclairage électrique industriel fut en effet l'une des premières applications de la dynamo à courant continu.

Puis, notre distingué Collègue M. H. Fontaine, le dévoué Collaborateur de Gramme, découvre que cette dynamo est réversible, qu'elle peut servir de moteur quand on lui fournit de l'électricité au lieu de lui en demander, et de cette observation capitale découle une nouvelle série d'applications basées sur la transmission et le transport électriques de l'énergie.

L'industrie se rend compte des immenses services que va lui rendre l'électricité du moment où on peut la produire facilement, économiquement, en aussi grande quantité qu'on le désire, la distribuer, l'utiliser enfin sous forme de lumière ou de force motrice.

C'est alors que s'organise l'exposition de 1881, sous les auspices de Savants et d'Ingénieurs parmi lesquels figurent nombre de nos Collègues. Cette exposition tenue à Paris, a eu la plus heureuse influence sur le développement de l'industrie électrique; elle a mis en évidence les multiples applications de cette nouvelle forme de l'énergie ; elle a suscité des inventions de toutes sortes ; elle nous a dotés enfin d'un système international d'unités électriques.

On ne saurait se défendre d'une réelle admiration en songeant avec quelle rapidité se sont succédé les inventions sur lesquelles reposent toutes les applications actuelles de l'électricité industrielle: Gramme construit sa première machine en 1872 ; Edison expose sa lampe à

incandescence en 1881; Planté perfectionne l'accumulateur dont il avait découvert le principe dès l'année 1860; Gaulard imagine en 1885 le transformateur de tension ; puis arrivent successivement les diverses inventions relatives à la production et à l'utilisation des courants alternatifs simples et polyphasés. De sorte qu'à l'heure actuelle nous possédons les procédés les plus variés pour nous éclairer, pour actionner nos tramways, les machines de nos ateliers, pour transporter l'énergie par l'électricité, et nous entrevoyons, à la suite des brillants résultats déjà obtenus, une série de nouvelles applications non moins importantes dans nos industries chimiques et métallurgiques.

La machine de Gramme, point de départ de cette extraordinaire révolution industrielle, était, au sortir des mains de son inventeur, un instrument remarquable par son rendement, ainsi que vous le disait jadis notre éminent Président Tresca. Et cependant, que de progrès réalisés dans le cours de ces vingt dernières années par une pléiade d'habiles constructeurs dont la plupart sont nos Collègues!

Ces perfectionnements n'ont pas seulement porté sur des simplifications d'organes, sur des améliorations de formes, mais ils ont eu pour conséquences importantes l'augmentation des puissances et la diminution des prix de revient.

On considérait autrefois comme très puissante une dynamo de 50 kilowatts, tandis qu'actuellement on en rencontre fréquemment de 2 000 kilowatts et on en peut citer de 4 600 kilowatts.

Le poids par kilowatt est descendu à 43 *kg* pour des puissances de 100 kilowatts et à 36 *kg* seulement pour les puissances de 2 000 kilowatts.

Le prix qui dépassait 1 *f* par watt, en 1882, s'est abaissé à 0,20 *f* pour les machines de 10 kilowatts, à 0,15 *f* pour les machines de 100 kilowatts et à 0,10 *f* pour celles de 2 000 kilowatts.

Quant aux rendements industriels, ils atteignent au moins 90 0/0 et dépassent même ce taux dans les machines puissantes.

Il n'est pas sans intérêt de signaler ici l'évolution qui s'est produite il y a quelques années dans l'industrie électrique : les courants alternatifs délaissés pour le courant continu ont été l'objet de nombreux et importants travaux et leur conséquence a été la création de types de machines absolument pratiques, tant pour engendrer ces courants que pour les utiliser à la production de l'énergie mécanique. Les moteurs à courants polyphasés asynchrones, dits moteurs d'induction ou à champ tournant, dont le fonctionnement repose sur la célèbre expérience d'Arago, ont été amenés à un tel état de perfectionnement à la suite des patientes études de Marcel Deprez, de Ferraris, de Tesla, de Brown, etc., qu'ils peuvent aujourd'hui rivaliser dans une foule d'applications avec les moteurs à courant continu. Leurs rendements sont équivalents à ceux de ces derniers et leur prix s'est abaissé à 0,30 *f* et même à 0,25 *f* par watt de puissance.

Ces quelques chiffres vous donnent la mesure des progrès accomplis par les constructeurs de dynamos dont l'industrie est actuellement une branche très importante de la mécanique.

Nous ne croyons pas être très loin de la vérité quand nous évalue-

rons à 250 000 au moins le nombre de générateurs et de récepteurs électriques d'une puissance variant de 3 *kgm* à 5 000 *ch* construits annuellement, et à plus de 5 milliards de francs les capitaux engagés dans les industries électriques sur la surface du globe.

Sur ces 5 milliards, l'Amérique en absorbe au moins la moitié.

Jetons maintenant un coup d'œil rapide sur l'état actuel des trois plus importantes applications industrielles de l'électricité, qui sont :

L'emploi de l'énergie électrique pour lumière et force motrice;
Le transport et la transmission de l'énergie ;
L'électro-chimie et l'électro-métallurgie.

I

La production de l'énergie électrique nécessite l'installation d'usines génératrices ou stations centrales, dont on a tendance à augmenter de plus en plus l'importance afin de diminuer les prix de revient.

Ainsi, les stations centrales qui utilisaient de 3 000 à 5 000 *ch* étaient considérées, il y a quelques années, comme très puissantes, tandis qu'aujourd'hui elles absorbent facilement 8 000, 10 000 et même 16 000 *ch*.

Mais pour trouver l'emploi des grandes quantités d'énergie électrique ainsi produites, il faut nécessairement augmenter l'étendue des réseaux de distribution ; c'est ainsi qu'on s'est trouvé conduit à se servir des courants à haute tension permettant le transport de l'électricité à de grandes distances, par des conducteurs de faible section.

Les inconvénients de plus en plus graves qui résultent pour les habitants de l'établissement des usines à vapeur dans l'intérieur des grandes villes nécessiteront, dans un avenir plus ou moins prochain, leur suppression radicale, on installera en rase campagne de puissantes stations génératrices qui enverront l'énergie sous forme de courant électrique à haute tension à tous les consommateurs de lumière et de force motrice de nos grandes cités.

On commence déjà à construire de ces grandes usines aux environs de Paris.

Or les hautes tensions peuvent être obtenues avec le courant continu, aussi bien qu'avec les courants alternatifs ; mais comme avec ces derniers, leur utilisation est beaucoup plus facile, on s'explique pourquoi ces courants ont été l'objet d'études si importantes depuis une quinzaine d'années.

Dans l'état actuel de l'industrie électrique, le courant continu à basse tension convient particulièrement aux distributions dans les petites agglomérations. L'emploi des feeders et des réseaux à trois et à cinq fils a permis de transporter, sans trop de dépenses de canalisations, l'énergie électrique à des distances raisonnables Ainsi, moyennant une dépense maximum de 10 *kg* de cuivre par lampe de 40 watts pour les conducteurs, on peut étendre le rayon de la distribution jusqu'à 1 650 à 1 800 *m* de l'usine sur les réseaux à trois fils et jusqu'à 3 300 à 3 600 *m* sur ceux à cinq fils.

Le courant continu utilisé à intensité constante sur un réseau en boucle, suivant le système Thury, permet l'emploi des hautes tensions néces-

saires à la distribution et au transport de l'énergie à grandes distances.

On peut résoudre le même problème avec le courant alternatif dont on abaisse la tension à l'aide de ces appareils si simples qu'on appelle des transformateurs.

Enfin, les courants diphasés et triphasés tout en offrant les mêmes avantages que le courant alternatif simple pour le transport de l'énergie à distance sous de hautes tensions, permettent l'emploi des moteurs, même pour le démarrage, et facilitent la transformation du courant alternatif en courant continu.

Le choix à faire entre ces divers systèmes, qui présentent tous des avantages et des inconvénients, ne peut évidemment être dicté que par une étude approfondie des données particulières du problème. C'est là qu'intervient précisément l'ingénieur électricien.

En effet, si d'une part, on rencontre quelques difficultés dans l'emploi du courant continu à haute tension, ce courant permet d'utiliser les accumulateurs, et par suite de constituer des réserves si précieuses dans certains cas ; il est très commode pour actionner les électromoteurs à allure variable et présente une grande docilité pour la conduite des appareils dont la puissance affecte le même caractère. Enfin le courant continu se prête aux multiples opérations de l'électro-chimie.

Si, d'autre part, avec le courant alternatif on simplifie dans une certaine mesure le matériel de génération et d'utilisation, et si on atteint aisément les plus hautes tensions, on ne peut faire démarrer facilement sous charge des moteurs puissants avec le courant alternatif simple et il faut des soins particuliers pour combiner sur un même réseau à courants alternatifs des appareils d'éclairage et de transmission de puissance. Enfin les applications des courants alternatifs à la charge des accumulateurs et à certaines opérations chimiques sont incontestablement plus compliquées qu'avec le courant continu.

Quoi qu'il en soit, l'ingénieur électricien est suffisamment armé à l'heure actuelle pour résoudre d'une manière complètement satisfaisante les problèmes souvent compliqués que peuvent lui poser les diverses industries.

Ces problèmes deviennent de plus en plus nombreux depuis que l'énergie électrique peut être livrée à des prix qui se sont sensiblement abaissés dans le cours de ces dernières années.

Nous constatons en effet, en consultant les statistiques très détaillées publiées par des usines centrales d'une suffisante importance, que les prix de revient du kilowatt-heure produit étaient en 1893-1894 de 0,30 *f* à 0,17 *f* en Allemagne, de 0,53 *f* à 0,22 en Angleterre. et qu'en 1898 ils se sont abaissés, *dans certaines stations centrales* respectivement à 0,08 *f* et 0,04 *f*, ce qui correspond à une réduction d'environ 51 0/0 et 80 0/0 sur les prix minimum de 1894.

Quant aux grandes stations électriques des Etats-Unis elles peuvent produire le courant destiné aux tramways à des prix variant de 0,11 *f* à 0,026 *f* le kilowatt-heure, en laissant de côté, bien entendu, celles de ces usines qui se trouvent placées dans des conditions extraordinairement favorables.

Les prix de vente ont nécessairement subi de ce fait des diminutions

importantes bien qu'ils ne puissent pas toujours suivre une courbe parallèle à celle des prix de revient du kilowatt-heure, en raison des nombreux coefficients qui interviennent dans leur détermination.

Cependant ces prix de vente sont actuellement compris en Allemagne entre 0,90 *f* et 0,15 *f*, en Angleterre entre 0,70 *f* et 0,12 *f*, en Suisse entre 0,25 *f* et 0,08 *f* par kilowatt-heure. C'est certainement en France que nous trouvons les tarifs les plus élevés: 1,30 *f* à 0,40 *f* par kilowatt-heure, ce qui se justifie par des considérations d'ordre administratif qu'il serait trop long d'examiner ici.

Enfin, quand on bénéficie de conditions exceptionnellement favorables, comme au Niagara par exemple, on peut livrer au prix de 0,036*f* le kilowatt-heure qui correspond très sensiblement à 100 *kgm* pendant une heure.

Parmi les causes qui ont concouru à développer l'éclairage électrique privé, il convient de mentionner les perfectionnements apportés dans la fabrication des lampes à incandescence: ces lampes qui, pour les tensions ordinaires de 100 à 110 volts, consommaient de 5 à 4 watts par bougie, et se vendaient 5 *f* il y a dix ans, ne consomment aujourd'hui que 3 à 2,5 watts par bougie et ne coûtent que 1 *f* et même 0,70 *f* pièce ; et de plus on fabrique maintenant des lampes pouvant supporter des tensions de 200 à 220 volts.

Quant aux arcs réservés à l'éclairage des grands espaces, ils nous donnent une lumière d'une complète fixité, à un prix des plus réduits, grâce aux perfectionnements apportés à la fabrication des charbons.

Ce ne sont pas toujours les combattants qui recueillent les fruits de la lutte ; la bataille engagée entre le gaz et l'électricité a surtout profité au consommateur qui en a été le spectateur intéressé. Mal éclairé par les anciens becs de gaz, il peut choisir actuellement entre deux systèmes également aptes à le satisfaire, tant au point de vue de leurs qualités respectives que de leur prix de revient; le bec incandescent et la lampe électrique tous deux basés sur le même principe de la radiation par l'incandesceuce.

Heureusement que ces deux industries rivales, également intéressantes, peuvent vivre en paix, car la lumière appelant la lumière, la consommation du gaz et celle de l'électricité progressent parallèlement dans les grandes villes.

Nous émettrons même l'avis que pour l'éclairage public l'emploi judicieusement combiné de l'électricité et des becs de gaz avec manchons incandescents donne la meilleure solution au double point de vue de la dépense et de l'effet produit, ainsi qu'on peut le constater à Paris et dans les grandes villes de l'Allemagne du Nord.

La transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique par les moteurs électriques si commodes à installer et à employer à domicile apporte déjà un appoint important aux entreprises d'électricité, en attendant cette autre application pleine d'avenir du chauffage domestique par le courant électrique.

Ce nouvel élément de confort ne sera pas à dédaigner.

II

Le transport et la transmission de l'énergie par l'intermédiaire de l'électricité est une de ces applications qui ont apparu avec raison comme présentant un intérêt de premier ordre dès les débuts de l'industrie électrique.

Des Ingénieurs et des savants se sont attachés à résoudre pratiquement ce problème au lendemain de l'Exposition de 1881, et leurs travaux nous été communiqués par leurs auteurs et par de savants collègues parmi lesquels il convient de rappeler les noms de MM. Tresca, Cabanellas, H. Fontaine, M. Leblanc, etc.

L'importance de ce problème se trouvait en effet justifiée par ce fait que de tout temps l'industrie s'est efforcée de recueillir l'énergie là où elle pouvait se la procurer à bas prix, et de la transporter aux lieux où elle était utilisable. Or, les procédés anciennement employés dans ce but, présentaient, malgré leur ingéniosité, des inconvénients qui limitaient beaucoup la distance à laquelle ce transport pouvait pratiquement s'effectuer.

L'électricité nous donne au contraire une solution générale et élégante; aussi tous les pays qui possèdent des forces naturelles faciles à capter ont-ils largement profité des travaux auxquels nos compatriotes ont pris une si grande part.

Voici quelques chiffres qui vous permettront de vous rendre compte des services que l'industrie retire actuellement de cette application de l'électricité :

En Suisse, les forces hydrauliques utilisables sont évaluées à 600 000 *ch*, et celles qui sont utilisées à plus de 100 000 *ch* dont la majeure partie sert à produire de l'énergie électrique;

Dans la région des Alpes françaises, et en particulier dans la région dauphinoise, on transporte électriquement dans les usines près de 5 500 *ch* fournis par les chutes d'eau indépendamment des 20 000 *ch* utilisés directement par des industries électro-chimiques;

Les statistiques américaines nous indiquent que dans le Continent nord on transmet électriquement plus de 200 000 *ch* à des distances dépassant 130 *km* et sous des tensions atteignant 40 000 volts.

L'utilisation des chutes du Niagara a permis de distribuer aux usines environnantes une puissance électrique représentant 20 000 *ch* sous une tension de 11 000 volts et au prix de 0,108 *f* à 0,036 *f* le kilowatt-heure suivant l'importance de la consommation. On espère qu'en 1900 cette puissance sera portée à 40 000 *ch* et sera distribuée électriquement sous une tension de 22 000 volts.

En présence de ces résultats qui prouvent surabondamment que l'électricité permet de mettre en valeur des forces jusqu'ici inutilisables, l'administration des travaux publics s'est avec raison préoccupée de faciliter légalement le développement d'entreprises de nature à produire une véritable évolution industrielle.

Dans beaucoup de cas l'Ingénieur aura avantageusement recours à l'électricité pour actionner les engins mécaniques de ses ateliers, et

remplacer l'attirail si encombrant des arbres et des poulies de transmission. Les exemples intéressants qui vous ont été déjà signalés vous ont sans doute permis de saisir toute l'utilité de cette application spéciale.

Mais parmi les questions qui méritent le plus d'attirer votre attention figure celle de la traction dans les grandes villes. C'est là un problème rempli de difficultés pour la solution duquel l'électricité offre des ressources que les Américains se sont empressés de mettre à contribution.

A l'Exposition de 1881, à laquelle nous sommes toujours obligés de remonter pour trouver le germe de toutes les applications actuelles, le public avait vu fonctionner un tramway à conducteur aérien et à trolley.

C'est ce type, imaginé par un regretté Collègue, Georges Boistel, qui a été perfectionné en Amérique et qui s'y est répandu avec une rapidité prodigieuse.

Mais le système du trolley malgré son incontestable avantage au point de vue des prix de revient doit subir aujourd'hui la concurrence que lui fait le tramway portant lui-même sa provision d'énergie électrique emmagasinée dans des accumulateurs.

De grands et importants progrès ont été, en effet, apportés dans ces dernières années à ces appareils dont l'usage est si précieux dans les installations à poste fixe.

Alors qu'en 1886 les constructeurs ne pouvaient nous fournir que des types courants de 35 à 660 ampères-heure, emmagasinant à la charge 18 watts-heure par kilogramme de plaques et rendant à la décharge 14,3 watts-heure ils peuvent nous en livrer actuellement de 10 à 10 000 ampères-heure, emmagasinant 48 à 53,3 watts-heure par kilogramme et restituant 35 à 37,8 watts-heure.

Ces chiffres montrent, en même temps que les progrès réalisés, l'étendue des besoins qu'il faut satisfaire et par suite la multiplicité des applications. Si nous ajoutons que la solidité et la durée ont été considérablement augmentées, nous ne nous étonnerons pas que la traction par accumulateurs se soit développée dans les grandes villes où les conducteurs aériens pourraient être gênants ou par trop contraires aux lois de l'esthétique.

Quoi qu'il en soit, nous pourrons nous faire une idée assez nette de l'importance actuelle de l'industrie des transports par tramways électriques, à trolley ou autres, en rappelant qu'il existe, en Amérique, 44 000 *km* de voies sur lesquelles circulent 46 000 voitures automobiles et que, sur ce nombre, l'Amérique du Nord figure pour 32 000 *km* et 37 000 voitures occupant un personnel de 170 000 employés.

L'Europe a suivi l'exemple que lui a donné le nouveau monde, et si le développement des tramways électriques n'y a pas encore atteint la même importance qu'en Amérique, c'est que la substitution de la traction mécanique à la traction animale n'est qu'à ses débuts.

Nous trouvons néanmoins en Europe, à l'heure actuelle, 2 290 *km* de lignes de tramways électriques en exploitation, dont 1 138 *km* en Allemagne, 396 *km* en France, 146 en Suisse, 134 en Angleterre, 133 en Italie, et 106 en Autriche.

A propos de la traction électrique, nous devons faire remarquer que les accumulateurs donnent la solution de l'Automobilisme urbain.

Cette application de l'électricité à la traction des tramways offre un nouveau moyen d'abaisser les prix de vente de l'énergie électrique en concentrant dans les mêmes usines la production de cette énergie employée à l'éclairage et à la force motrice. Nous en trouvons des exemples typiques à Milan, Gênes, Genève, Hambourg, Berlin, Rome, Le Havre, etc.

Dans le cas où une station centrale peut desservir à la fois ses abonnés à la lumière et livrer du courant à des Compagnies de tramways, on constate des abaissements de tarif représentant les 2/3 du prix auquel elle serait obligée de vendre l'énergie électrique si cette dernière n'était utilisée que pour l'éclairage.

En terminant cette revue des principales applications de l'électricité à la transmission et au transport de l'énergie, nous ne pouvons nous dispenser de reconnaitre que l'emploi obligé des hautes tensions crée des dangers, mais nous ajouterons que ces dangers, qui existent pour les personnes dès que l'on dépasse la tension de 500 volts, ne sont pas spéciaux à l'industrie qui nous occupe.

Ils sont communs à toutes les manifestations de l'énergie, et il convient de prendre dans les différents cas les mesures nécessaires pour les éviter ou les atténuer.

En ce qui concerne l'industrie électrique, on arrivera facilement à ce résultat par une étude consciencieuse des diverses parties d'un projet, par le choix judicieux du matériel, et par une surveillance attentive dans tous les détails de l'exécution.

III

Nous arrivons à la troisième grande application industrielle de l'électricité dont je me suis proposé de vous signaler les progrès,

Ce n'est ni la moins intéressante ni la moins importante.

En prenant possession de ce fauteuil, en 1892, M. Buquet, après vous avoir tracé un tableau magistral de l'industrie chimique, terminait l'énumération des progrès accomplis depuis le commencement du siècle, dans cette spécialité du Génie Civil, en vous signalant le rôle futur de l'électricité.

A ce moment, on fabriquait couramment en Suisse du chlorate de potasse par décomposition électrolytique du chlorure de potassium, et on étudiait les procédés d'électrolyse du chlorure de magnésium.

Pareils à ces explorateurs qui nous préparent l'accès des contrées inconnues, les savants, par de patientes études dans leurs laboratoires, ont mis les industriels sur la voie de progrès nouveaux.

Ils ont pu étudier les phénomènes de l'électrolyse par les courants intenses fournis par les générateurs mécaniques d'électricité.

Qu'il nous soit permis de remarquer que ces études, souvent ignorées du public, ont été grandement facilitées et encouragées à l'étranger par l'État et par les particuliers.

Des laboratoires spéciaux annexés aux Universités et largement outillés aux frais du gouvernement, des Instituts créés et magnifiquement

entretenus par de généreux donateurs, offrent à tous ceux qui s'adonnent aux recherches scientifiques ou industrielles concernant l'électricité une large hospitalité, et mettent à leur disposition un outillage professionnel qui manque trop souvent à nos savants.

Mais, nous constatons avec orgueil que ces derniers, s'ils ne sont pas pourvus de ces puissants moyens d'action, ont été constamment à la tête du progrès et qu'ils y restent.

Il convient de remarquer, à ce propos, que l'enseignement supérieur et pratique de l'électricité, qui s'impose chaque jour davantage pour les spécialistes, a été organisé, dans les pays voisins, par l'Etat ou avec son concours, tandis qu'en France, il n'existe que grâce à la généreuse collaboration et à l'énergique persévérance des électriciens.

Nous devions signaler ces efforts à la Société des Ingénieurs Civils de France qui offre le plus bel exemple d'initiative privée et d'indépendance *(Applaudissements)*.

Nous lui rappellerons que la collaboration des savants et des industriels électriciens français a eu pour résultat la création d'un laboratoire et d'une école d'électricité dont les cours sont actuellement suivis par soixante-six élèves, anciens Polytechniciens, anciens Centraux, Officiers de marine et d'artillerie, c'est-à-dire par ceux qui ont déjà reçu la plus grande somme de connaissances scientifiques que donnent nos grandes Écoles.

Et nous saluons, comme le véritable créateur de ces deux belles institutions, le savant dont nous avons tous le nom sur les lèvres : M. Mascart *(Applaudissements)*.

Revenons, maintenant, à l'électro-chimie.

Cette industrie se sert de l'électricité, soit comme agent de décomposition, soit comme agent thermique, et, dans l'un et l'autre cas, les éléments soumis à l'action du courant électrique peuvent se trouver à l'état de dissolution ou à l'état du fusion ignée.

L'électrolyse permet actuellement de décomposer l'eau ; de produire de l'ozone et de l'eau oxygénée ; de fabriquer avec le chlorure de sodium un liquide décolorant et désinfectant; de purifier le sulfate d'alumine, etc.

La production de la soude caustique est l'objet de recherches susceptibles de donner des résultats industriels dans un avenir peut-être prochain.

Dans les industries qui dépendent de la chimie organique, nous voyons l'électricité appliquée avec succès pour la rectification, le vieillissement artificiel des alcools, l'épuration des jus sucrés.

La préparation de certaines matières colorantes et de certaines couleurs, de l'iodoforme, du bromoforme, du chloroforme ; la récupération de la glycérine et de la soude caustique des lessives de savon, la décoloration du tanin, le tannage des peaux, sont autant d'opérations pour lesquelles l'électricité peut ou pourra être employée.

L'agent électrique n'est pas d'un secours moins grand dans l'électro-métallurgie qui a pour objet de séparer les métaux de leurs dissolutions pour les obtenir à l'état de pureté ou de dépôts solides, d'extraire ces

métaux de leurs minerais, de les affiner, d'en former des alliages ou des carbures.

Mais, dans toutes les opérations que nous venons d'énumérer, les quantités d'électricité mises en jeu sont considérables, la question du prix de revient est prépondérante, et l'emploi des forces naturelles devient indispensable.

C'est pourquoi, depuis 10 ans, dans tous les pays, on cherche, partout, les chutes d'eau faciles à aménager pour engendrer l'énergie électrique que les usines électro-chimiques consomment sur place ou qu'elles amènent par des conducteurs aériens.

La Suisse utilise ainsi 80 000 *ch*, l'Amérique 60 000 *ch*, la France 20 000 *ch*, dans la région des Alpes.

On obtient industriellement, par voie électrolytique, des dépôts de cuivre, d'argent, de platine, de nickel ; on fabrique du fer et du zinc à l'état de pureté indispensable à certaines applications.

Tandis que l'électricité sert à récupérer l'étain des déchets de fer-blanc, elle permet de déceler, par le zincage, les imperfections imperceptibles à l'œil des tubes en acier doux employés par la marine, etc.

L'affinage du cuivre, du plomb, de l'argent, du bismuth, de l'or, du nickel et du zinc se fait pratiquement par l'électricité.

Ce même agent permet d'extraire l'or et le zinc de leurs minerais en attendant l'extension de la méthode au fer, au cadmium, au cuivre et à l'antimoine.

L'électro-métallurgie par voie sèche, bien que de date récente, a déjà donné des résultats remarquables qui nous autorisent à concevoir les plus grandes espérances.

Le four électrique construit par Siemens, en 1879, a été appliqué dès l'année 1885 pour la préparation du ferro et du cupro-aluminium, puis deux ans après pour celle de l'aluminium, du magnésium et du sodium.

La prospérité rapide de la fabrication de l'aluminium est la preuve manifeste des services que peut rendre l'électricité dans la métallurgie. Avant l'année 1887 on ne fabriquait pas plus de 10 *t* d'aluminium par année et le prix de vente de ce métal atteignait 100 *f* le kilogramme.

Actuellement la production atteint près de 10 *t* par jour, et le prix de vente est descendu à 3 *f* le kilogramme.

L'aluminium considéré comme métal précieux il y a onze ans, coûte maintenant deux fois moins que le cuivre et trois fois moins que l'étain, *à volume égal.*

S'il n'a pas trouvé les débouchés considérables qu'on espérait au début, cependant il est employé couramment dans beaucoup d'industries, en barres, en fils, en planches, en tubes, soit à l'état pur, soit à l'état d'alliage avec le fer, le cuivre, le nickel et le maillechort.

Nous citerons encore, en passant, la production par voie électrolytique de certains alliages du magnésium et du sodium, en particulier du mercure-sodium et du plomb-sodium avec lequel on obtient du peroxyde de plomb particulièrement apte à la construction des plaques d'accumulateurs.

Le four électrique, imaginé et perfectionné en vue de la fabrication

spéciale de l'aluminium, a servi ensuite à obtenir des produits fort intéressants tels que le siliciure de carbone ou carborundum, le carbure de calcium, le ferro-manganèse, etc., à transformer le charbon ordinaire en graphite.

La chaleur développée par l'arc voltaïque permet de souder directement les métaux et de fabriquer des tubes présentant des avantages spéciaux.

Enfin, grâce à cette source puissante de calorique, M. Moissan a pu se livrer à des recherches d'un grand intérêt scientifique, et montrer que la métallurgie est en possession de moyens nouveaux pour réaliser de nombreux progrès.

Cette énumération est bien incomplète, et cependant je crains qu'elle ne vous ait paru bien longue ; mais elle nous permettra d'arriver à cette conclusion : que l'Ingénieur Civil ne peut se soustraire à l'étude de l'électricité.

C'est ce qu'exprimait M. Preece, il y a deux mois à peine, à l'Institution anglaise des Ingénieurs Civils dont il venait d'être élu Président :

« Bien qu'actuellement, disait-il, les disciples de l'électricité soient » considérés comme des spécialistes, le temps est proche où l'électricité » cessera d'être une spécialité. »

Ce qui ne veut pas dire que nous n'aurons plus besoin d'Ingénieurs spécialistes électriciens, mais que tout Ingénieur doit aussi être électricien.

Et en effet, ne venons-nous pas de vous montrer que les ingénieurs, mécaniciens, hydrauliciens, chimistes, métallurgistes, que ceux chargés d'éclairer nos villes et nos demeures, de nous transporter, que les entrepreneurs de travaux, etc., ont tous recours à l'électricité ?

L'Ingénieur sanitaire, l'Ingénieur agronome, n'échappent pas à cette nécessité, le premier pour désinfecter nos égouts et débarrasser l'eau qu'il nous offre à boire de ces microbes si redoutables, le second pour travailler la terre et peut-être dans l'avenir pour nous nourrir.

Crookes ne disait-il pas dernièrement que pour satisfaire aux besoins des 516 millions et demi de consommateurs de pain existant à l'heure actuelle sur le globe, il faudrait bientôt se livrer à une culture intensive en fournissant au sol des engrais chimiques dont la dominante est l'azote ; que, à l'aide de l'étincelle électrique, on pouvait brûler l'azote de l'air pour faire de l'acide azotique, puis du nitrate de soude. Et il calculait que l'énergie électrique que peuvent fournir les chutes du Niagara permettrait de fabriquer ainsi les 12 millions de tonnes de nitrate de soude actuellement employées par l'agriculture, au prix de 125 *f* la tonne, alors que le nitrate naturel coûte 187 *f*.

Je me hâte d'ajouter que si une pareille industrie ne présente aucune impossibilité au point de vue théorique, elle n'est certainement pas immédiatement réalisable.

Mais le siècle qui finit peut se contenter des brillants résultats obtenus depuis l'invention de Gramme. C'est aux Ingénieurs du XXe siècle qu'appartiendra le soin d'élargir le champ des applications de l'électricité en mettant à profit les données nouvelles de la science.

Celle-ci marche à pas de géant. Faraday regardait l'électricité comme le résultat d'un jeu des atomes et des molécules de la matière. Maxwell, continuant les travaux de cet illustre physicien, nous annonçait que les ondes lumineuses et électriques étaient de même espèce, qu'elles se transmettaient à travers l'éther avec la même vitesse, différant l'une de l'autre seulement en étendue. Enfin Hertz nous prouvait l'existence de ces ondes, mesurait leur longueur et préparait ainsi cette curieuse application de la télégraphie sans fils réalisée déjà en 1895 par un savant russe, M. le Professeur Popoff, mais que Marconi a mise au point en 1896.

Ce dernier, en utilisant le tube à limailles de notre compatriote, M. le Professeur Branly, a construit, en effet, un détecteur d'ondes électriques d'une sensibilité comparable, dans certains cas, à celle de l'œil lui-même ; de sorte que ce nouveau mode de transmission des signaux présente plus d'analogie avec la télégraphie optique qu'avec la télégraphie ordinaire.

En terminant cette revue des différentes applications de l'électricité qui se rattachent plus spécialement à notre profession d'Ingénieur Civil, je demanderai instamment à nos Collègues électriciens, à la science desquels nous aurons toujours recours, quels que soient nos progrès en électricité, de nous tenir au courant de leurs travaux et des inventions nouvelles qu'ils préparent pour l'Exposition de 1900.

Je fais un appel aussi pressant à nos Collègues des autres spécialités car, en présence de la lutte économique sans cesse plus ardente à laquelle se livrent les peuples, on ne saurait espérer vaincre sans allier la science à la pratique.

Associons nos énergies scientifiques, collaborons et inspirons-nous mutuellement ; c'est le but de notre Société ; c'est ainsi qu'elle a grandi, et, en continuant l'œuvre poursuivie avec tant de succès depuis cinquante ans, nous travaillerons pour la Patrie. *(Très bien! très bien! Applaudissements prolongés.)*

PRÉSIDENCE DE M. G. DUMONT, PRÉSIDENT.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. LE PRÉSIDENT a le regret de porter à la connaissance de la Société le décès de plusieurs Collègues.

M. Paul Auguste-Godchaux, Membre de la Société depuis 1892; était imprimeur-éditeur et fabricant de cartonnages ;

M. Louis Gonin, Membre de la Société depuis 1896; Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées du canton de Vaud, Président d'honneur de la Société Vaudoise des Ingénieurs et Architectes;

M. D.-A. Linard, Membre de la Société depuis 1881 ; agriculteur et abricant de sucre, Sénateur, Vice-Président du Conseil général des Ardennes, Maire de Saint-Germainmont, Membre du Conseil supérieur de l'Agriculture, Président du Cercle agricole de Rethel;

M. Jean-Denys Monnier, Membre de la Société depuis 1881 ; Professeur à l'Université de Genève ;

M. T. Pagniez, Membre de la Société depuis 1883; Ingénieur-Conseil de la Société du Comptoir de l'industrie du sel et des produits chimiques de l'Est-Marcheville, Daguin et C[ie], Ingénieur-Chimiste des Etablissements J. Mouton;

M. J.-F.-H. Wassner, Membre de la Société depuis 1893; Ingénieur chef de traction au Chemin de fer d'Orléans, chevalier de la Légion d'honneur;

M. Amédée Masselin, Membre de la Société depuis 1896; a été Secrétaire du général Morin au Conservatoire des Arts et Métiers, administrateur et fondateur de la Société des verreries algériennes de Marceau.

M. le Président a le grand plaisir d'annoncer que M. H. Couriot, notre distingué Collègue du Comité, a été nommé chevalier de la Légion d'honneur. Il est certain que tous nos Collègues se joindront à lui pour féliciter M. Couriot d'avoir reçu une distinction à laquelle il avait tant de titres. *(Vifs applaudissements.)*

M. le Président est également heureux d'avoir à lire la longue liste qui suit de décorations, nominations, prix et récompenses aux Expositions :

M. Borderel a été nommé officier d'Académie;

M. Ziffer a reçu la décoration de la Couronne de fer d'Autriche de 3e classe.

M. Léon Appert a été nommé Membre du Conseil d'administration et du Comité de direction de l'Office national du Commerce extérieur;

M. G. Darrieus a été nommé Membre de la Commission centrale des travaux géographiques;

M. Ch. Fremont, qui vient d'entrer cette année au Comité, a reçu le prix Trémont de l'Académie des Sciences (pour la troisième fois);

M. P. Vincey a obtenu de l'Académie des Sciences une mention honorable (prix Montyon, statistique).

A l'Exposition Internationale de Pêche de Bergen :

M. E. Cacheux a été nommé Membre du Jury;

MM. Barbier, Douane et Bénard ont reçu un diplôme d'honneur;

M. J. Bonnet, une médaille d'or;

M. Dubar, une médaille d'argent.

M. le Président fait connaître que le Comité a accueilli la présentation de M. Forestier, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, comme Membre honoraire de la Société. Cette présentation a été faite par MM. Loreau, Dumont et de Chasseloup-Laubat.

M. le Président signale que la Société a reçu un certain nombre d'ouvrages; leur liste paraitra à la suite du procès-verbal, classée par spécialité, suivant les différentes rubriques qui ont été adoptées pour le catalogue de notre Bibliothèque.

M. le Président dit que la Société a reçu deux plis cachetés, l'un de M. P.-L. Pesce, le 10 décembre 1898, le second de M. E.-B. Francfort, le 6 janvier 1899. Ces deux plis ont été déposés dans les archives.

M. le Président annonce que, dans la séance du 20 janvier, doivent

être nommés trois Membres du Jury chargés d'examiner les mémoires concourant pour le prix Giffard.

M. le Président donne avis qu'une Exposition internationale pour le sauvetage et les produits ignifuges se tiendra en juillet 1899 dans la ville de Gand. Les documents qui s'y rapportent sont déposés au Secrétariat.

M. le Président rappelle que, dans la prochaine séance, aura lieu une communication qui intéressera beaucoup d'Ingénieurs et d'Architectes; c'est la communication de M. de Tedesco sur les ciments armés. Il est à souhaiter qu'un grand nombre de Membres prennent part à la discussion.

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de MM. Ch.-V. Guesdon, M. Lisboa, P.-Ch. Pierrel, J.-A.-A. Vauthier, J.-T. Westcott comme membres sociétaires, et de

MM. J. Bonna et L.-E. Standaert comme membres associés.

MM. E.-N. Commelin, Ch. Lambert, R. Liébaut, A. Lotz, G. Marteau, A.-E.-H. Martin, A. Neyret, M.-S.-A. Michaud, M. Mintz, A. Palaz, A. de Traz, E.-A. Wittmann sont reçus membres sociétaires et

MM. H -R. Bunzli, A. Chaix, A. Dufrêne, L.-E. Gaveau, G. Méyer, N. Roser, E.-G. Sohier, membres associés.

La Séance est levée à 11 heures un quart.

Le Secrétaire,
P. Jannettaz.

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 20 JANVIER 1899

Présidence de M. G. Dumont, Président.

La séance est ouverte à 8 heures et demie.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. le Président appelle l'attention de ses Collègues sur une innovation apportée dans l'annonce des communications, lesquelles sont maintenant suivies d'un sommaire, destiné à indiquer les points particuliers qui seront traités par le conférencier, permettant aux Membres de la Société, de se munir, avant la séance, des documents qu'ils peuvent posséder sur ces différents points, et d'apporter ainsi des renseignements ou des faits nouveaux.

M. le Président dit qu'il a la triste mission de faire part à la Société de la perte qu'elle vient d'éprouver, en la personne de son ancien Président, M. George-Henry Love, et que pour obéir à une volonté formelle du défunt il n'a pu rappeler sur sa tombe la carrière de notre regretté Collègue; mais il convient de retracer ici les services qu'il a rendus à notre Société.

Love, né à Quistède (Pas-de-Calais), était sorti de l'École en 1840. Il appartenait à la promotion de notre ancien Président Yvon-Villarceau, de Belpaire, Goschler, etc., et faisait partie de ce groupe d'Ingénieurs civils qui se sont occupés de la création de nos premières voies ferrées. Il prit part, dès sa sortie de l'École, à la construction des chemins de fer de Paris à Rouen, d'Amiens à Boulogne, et des premiers réseaux des chemins de fer du Midi et des Charentes. M. Love était chevalier de la Légion d'honneur.

Admis à la Société en 1849, il s'en est occupé activement. Membre du Comité pendant onze années, Vice-Président pendant trois ans, de 1865 à 1867, il fut élu Président en 1868 et contribua, en 1866, à la fondation du Prix Annuel de la Société.

M. Love nous a présenté une série de mémoires et a fait des communications du plus grand intérêt sur les sujets les plus divers : construction et exploitation de chemins de fer, résistance des matériaux, etc. Mais il convient de remarquer surtout celles de ses communications qui se rapportent aux phénomènes de l'électricité et de la lumière. C'était un fervent apôtre des théories qui ont pour but d'établir l'identité des agents qui contribuent à former la lumière, la chaleur et le son. On relit avec intérêt les travaux qu'il a publiés, en 1860, avec la prescience des théories nouvelles. C'est lui qui eut l'idée, en 1861, d'appliquer l'électro-magnétisme aux locomotives, pour augmenter l'adhérence.

Enfin, en dehors des mémoires et des communications que nous venons de rappeler, M. Love a publié plusieurs ouvrages figurant à notre bibliothèque, et que les spécialistes en matière de chemins de fer consultent encore avec intérêt.

La meilleure manière d'honorer ceux que nous avons perdus, c'est de rappeler les services qu'ils ont rendus à la science et à l'industrie. Nous lui envoyons un dernier hommage et exprimons à sa Veuve les regrets que nous fait éprouver la perte d'un homme d'honneur et de devoir. Son souvenir restera gravé dans notre mémoire.

M. le Président a également le regret d'annoncer la mort de plusieurs autres de nos Collègues. Ce sont :

M. E.-A. de Clomesnil, Membre de la Société depuis 1885; a été chef des travaux graphiques de la maison Armengaud aîné, Ingénieur-expert de la Compagnie d'assurances contre l'incendie « la Foncière »;

M. H. Géliot, Membre de la Société depuis 1896; Industriel (filature et tissage de coton), à Remiremont, a construit des maisons de luxe et maisons ouvrières, et monté des usines de filatures, tissages, blanchiment, teinture et impression;

M. A. Landmann, Membre de la Société depuis 1897; Ingénieur, directeur de fabrication à la Raffinerie Parisienne;

M. G.-G. Le Corbeiller, Membre de la Société depuis 1854; Ingénieur honoraire de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest, chevalier de la Légion d'honneur;

M. Alfred Maréchal, Membre de la Société depuis 1866, a été monteur à la Compagnie d'Orléans, chef de traction au Chemin de fer de Paris à Lyon et de Lyon à Genève, et enfin entrait en 1859 à la Compagnie de l'Ouest en qualité d'Ingénieur en chef du matériel et de la traction des lignes de Normandie, en résidence à Rouen, pour revenir ensuite à Paris, en 1874, à la tête du même service, M. Maréchal était chevalier de la Légion d'honneur depuis 1863 et Ingénieur en chef honoraire du matériel et de la traction à la Compagnie de l'Ouest depuis 1892.

M. le Président est heureux d'annoncer que les Collègues dont les noms suivent ont été l'objet de distinctions honorifiques :

Chevalier de la Légion d'honneur, M. M. Geny;

Officier du Mérite agricole, M. M. Bixio;

Chevaliers du Mérite agricole, MM. J.-B. Berlier, H. Bunel et F.-M. Balme;

Grand officier de l'ordre d'Isabelle-la-Catholique, M. A. Barle;

Officier de l'ordre de Léopold de Belgique, M. F. Honoré;

Commandeur de Saint-Stanislas de Russie, M. A. Loreau.

La Société est heureuse de féliciter notre ancien Président, de cette haute distinction qui lui a été accordée en souvenir des belles fêtes du Cinquantenaire et qui nous prouve la profonde impression qu'elles ont laissée dans l'esprit de nos Collègues russes;

Chevalier de Saint-Stanislas de Russie, M. A. de Dax.

M. le Président est heureux d'annoncer que notre ancien Président, M. S. Jordan, a été nommé Vice-Président du Comité des Forges de France, et que M. H. Bunel a été nommé Membre de la Commission chargée de vérifier et de recevoir les constructions élevées par les concessionnaires à l'Exposition de 1900, et Membre de la Commission d'organisation du Congrès des officiers et sous-officiers de sapeurs-pompiers à l'Exposition de 1900.

M. le Président adresse ses remerciements à notre Collègue, M. Laval, qui a fait à la Société un don volontaire de 14 *f*.

M. le Président annonce que la Société a reçu une série d'ouvrages, dont la liste sera insérée à la suite du procès-verbal, et qui sont classés par spécialités pour faciliter les recherches, comme cela a été adopté pour les notices bibliographiques.

M. le Président donne lecture de la lettre suivante de M. P. François, relatant un perfectionnement apporté par lui dans la construction et le montage des hauts fourneaux.

« Le Creusot, 13 janvier 1899.

» Monsieur le Président,

» Je viens vous décrire ci-dessous une petite innovation que j'ai créée » et qui a été appliquée avec succès en » Russie.

» Lors de la construction des hauts four- » neaux de l'Olkovaïa à Ouspensk (Rus- » sie méridionale), nous avons voulu pa- » rer à l'inconvénient auquel on se heurte, » malgré tous les calculs et toutes les pré- » cautions. Cet inconvénient, c'est la di- » latation en hauteur de la maçonnerie » du fourneau, qui entraine toujours avec » elle l'inclinaison, dans un sens ou dans » l'autre, du plancher de chargement. » suivant le coefficient adopté pour la » dilatation linéaire des briques, coefficient rarement exact à cause » de la composition de ces briques qui varie suivant la provenance.

» Donc, pour parer à cet inconvénient, nous avons imaginé un joint » de dilatation que nous avons nommé : joint de sable. Nous avons fait » couler une couronne A en fonte, venant reposer sur la maçonnerie. » Dans la partie B de la couronne se trouve du sable tamisé très fin, » pour empêcher toute fuite de gaz, et sur ce sable vient reposer le cuve- » lage C du fourneau. Le fait, constaté après l'allumage, a été ce que » l'on attendait, c'est-à-dire que, sous l'influence de la chaleur. la ma- » çonnerie s'est dilatée, bien entendu, mais le cuvelage et, par consé- » quent, le plancher de chargement, n'ont pas bougé. On a remarqué » que le cuvelage s'enfonçait dans le sable au fur et à mesure que la » maçonnerie se dilatait, et nous n'avons eu à remarquer aucune défor- » mation du plancher.

» Veuillez agréer, etc.

» P. François,

» 16, rue de Magenta, au Creusot. »

M. LE PRÉSIDENT remercie M. P. François de sa communication qui peut être très utile. A ce propos, il fait remarquer le grand intérêt qu'il y aurait pour la Société à recevoir de nos Collègues des informations du même genre, sur les différents sujets dont ils s'occupent spécialement. Ces divers documents pourraient servir à notre Collègue, M. Mallet, pour la rédaction de la chronique de nos bulletins. Il fait donc appel aux Membres de la Société pour l'envoi de renseignements sur tout ce qui pourrait constituer un fait nouveau dans les questions dont ils s'occupent.

M. LE PRÉSIDENT rappelle que la Société a à nommer trois Membres pour faire partie du Jury du Prix Giffard. Ce Jury se compose de six Membres, dont trois nommés par le Comité et trois nommés par la Société. Il s'agit d'examiner une question d'automobiles; si personne n'a de candidat à présenter, il se permettra d'en proposer trois : M. le baron de Zuylen, Président de l'Automobile-Club; M. Georges Collin, notre Collègue du Chemin de fer du Nord, qui nous a présenté sur ce sujet, des communications intéressantes; et M. R. Varennes, qui s'occupe spécialement d'automobilisme.

Ces trois candidatures, mises aux voix, sont adoptées à l'unanimité.

M. LE PRÉSIDENT informe la Société que, dans la prochaine séance, elle aura à nommer trois Membres du Jury pour le Prix Couvreux. Ces trois Membres doivent être nommés dans la première séance du mois de février.

M. LE PRÉSIDENT annonce que la Société Nationale d'Agriculture de France lui a donné avis qu'elle vient de constituer une Commission spéciale chargée d'étudier l'utilisation, pour l'éclairage, de l'alcool additionné ou non de substances étrangères, et fait appel aux inventeurs ou constructeurs en les priant d'envoyer les communications au siège de la Société, 18, rue de Bellechasse.

M. LE PRÉSIDENT donne lecture de la lettre suivante adressée par notre Collègue, M. Bergeron.

« MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» J'ai l'honneur, au nom du Conseil de la Société Géologique de » France, de vous informer que le lundi 6 février, à 8 heures et demie » du soir, M. de Launay, professeur à l'École des Mines de Paris, fera » au siège de la Société, 7, rue des Grands-Augustins, une conférence » sur les variations des filons métallifères en profondeur.

» Les Membres de la Société des Ingénieurs Civils seront admis, sur » la présentation de leur carte, à cette conférence.

» Veuillez agréer, etc.

» J. BERGERON.

» *Ancien Président de la Société Géologique de France,*
» *Membre de la Société des Ingénieurs Civils de France.* »

M. LE PRÉSIDENT informe ses Collègues qu'il a reçu pour eux une invitation de M. de Mocomble pour aller assister aux essais de la plateforme mobile électrique à deux vitesses, destinée à l'Exposition Univer-

selle de 1900 et dont un spécimen a été installé à Saint-Ouen. Ces essais se feront spécialement pour les Membres de la Société jeudi prochain, 26 courant, de 1 heure 1/2 à 3 heures.

M. de Mocomble nous fera d'ici peu une communication, avec projections, sur le système et le mode de construction de cette plate-forme.

M. le Président donne ensuite la parole à M. H. Chevalier, pour sa communication sur *l'appareil dynamométrique de M. Téodorovitch.*

M. H. Chevalier décrit ainsi l'appareil dynamométrique de M. Téodorovitch, Ingénieur en chef des ateliers du chemin de fer de Kharktow-Nicolaiew.

Un disque horizontal tourne autour d'un axe vertical avec une vitesse proportionnelle à celle de la marche du train dans lequel l'appareil est installé. Il communique par friction un mouvement de rotation à un galet à axe horizontal. La distance du galet au centre du disque dépend de l'effort exercé sur le crochet de traction du véhicule. Quand cet effort est nul, le galet occupe une position telle que sa vitesse de rotation est la même que celle du disque; à mesure que l'effort de traction se fait sentir, le galet s'éloigne de l'axe du disque, sa vitesse de rotation augmente, le travail absorbé par la résistance du train est alors proportionnel à la différence entre le nombre de tours du galet et celui du disque. Ces deux nombres sont donnés par deux séries de compteurs de tours. Quant au coefficient, il est déterminé pour chaque appareil; on le corrige de temps en temps si c'est nécessaire.

Les derniers modèles construits ont été rendus enregistreurs; un crayon trace une courbe continue dont les ordonnées représentent les efforts de traction et les abscisses le chemin parcouru.

Ces appareils sont résistants, simples, peu coûteux; aussi se sont-ils rapidement répandus en Russie.

M. H. Chevalier termine en décrivant l'installation du fourgon d'expériences du chemin de fer de Kharktow-Nicolaïew.

M. le Président remercie M. Chevalier des renseignements très intéressants qu'il vient de donner. Toutes les Compagnies de chemins de fer possèdent aujourd'hui un wagon dynamométrique pour étudier les efforts de traction. M. le Président rappelle à ce propos, qu'en 1868, un prix spécial, le Prix Perdonnet, a été décerné par la Société à trois de nos Collègues, MM. Dieudonné, Guebhard et Vuillemin, qui avaient présenté un travail remarquable sur la résistance des trains et la puissance des machines, et qui avaient construit un premier wagon dynamométrique qui a reçu, depuis, des perfectionnements. Nous ajoutons donc aux documents que nous avons déjà, les renseignements si intéressants que vient de donner M. Chevalier, et nous l'en remercions.

M. le Président donne la parole à M. N. de Tedesco, pour sa communication sur les *Progrès accomplis dans l'art des constructions en ciment armé.*

M. N. de Tedesco rappelle que l'un des principaux avantages des constructions en ciment armé est l'économie qui se constate surtout dans le domaine des canalisations (tuyaux et réservoirs).

Il commence donc son étude par les canalisations, par les ouvrages travaillant, dans les conditions normales, seulement à l'extension, et pour lesquelles il a été reconnu dès le début l'utilité de donner à l'armature la section exigée par les efforts d'extension sans tenir compte de l'appoint apporté par le travail du mortier de ciment.

Cette méthode inspirait quelque inquiétude par le fait de la différence entre les coefficients d'élasticité du fer et du ciment, béton de ciment ou mortier.

M. de Tédesco cite à ce sujet les expériences faites sur la demande de M. Bourdelles, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, et celles faites sur des éprouvettes en ciment Portland artificiel, marque Candlot et C[ie].

Néanmoins, les constructeurs de ciment armé prévoient quatre fois moins de métal que ne l'exigerait l'allongement théorique maximum de l'agglomérant, et les tuyaux construits ainsi leur ont donné toute satisfaction aux points de vue de la résistance et de l'étanchéité.

Ils en concluaient que la présence du métal dans le mortier donnait à celui-ci des qualités extensives que ne possédait pas le mortier non armé.

Cette hypothèse s'est trouvée confirmée par les expériences relatées par M. Considère à l'Académie des Sciences, qui ont montré que le ciment armé pouvait prendre des allongements vingt fois plus grands que le ciment non armé, et les nouvelles recherches de M. Bourdelles rapportées par M. de Joly, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

M. de Tédesco signale ensuite que pour assurer l'étanchéité des tuyaux de ciment armé pour des pressions au delà de 25 à 30 *m* d'eau, M. Bonna a eu l'heureuse idée d'interposer une tôle d'acier, soit à l'intérieur du tuyau, soit dans sa partie médiane.

Pour donner une idée de la rapidité d'exécution que permet le système Bonna, il cite une canalisation de 125 *km* de tuyaux construits suivant ce système, fabriquée et posée en 270 jours, soit à raison de 400 à 500 *m* par jour.

Passant ensuite aux poutres et hourdis de plancher, M. de Tédesco dit qu'on se trouve en face de deux principes de construction bien distincts. Le premier dans lequel les parties supposées tendues sont seules armées de tirants, le second où on arme également, ou presque également les parties comprimées et les parties tendues.

Il rappelle les expériences faites par la *Société pour les Constructions en Ciment armé*, expériences ayant pour but de déterminer le coefficient de sécurité dont on disposait en traitant les poutres comme on le faisait des tuyaux, c'est-à-dire en faisant abstraction, dans le calcul, de la présence du ciment.

Cette hypothèse n'était possible qu'avec l'armature symétrique. Ces expériences donnèrent des résultats presque analogues à celles de M. Considère et firent ressortir les avantages de l'armature symétrique.

A la même époque, L. Stellet, Ingénieur des Ponts et Chaussées, mort quelques mois après, faisait paraître un mémoire sur le calcul des planchers et poutres en ciment armé.

Dans ce mémoire, L. Stellet commence par passer en revue les diffé-

rentes théories en cours sur le calcul des planchers en ciment armé, puis il aborde sa propre méthode. Il admet en principe que le travail du ciment ne doit être compté que comme un appoint augmentant la marge de sécurité. Il ne considère donc que les semelles symétriques de la poutre métallique enveloppée de ciment, et il fait son calcul suivant les règles connues de la résistance des matériaux, en comptant sur un encastrement complet.

Mais comme il veut de plus que cette poutre métallique soit suffisante pour porter la charge permanente et la charge du coffrage et des couchis pendant la construction, période pendant laquelle il n'y a pas d'encastrement, cette nouvelle condition rend le calcul plus complexe.

C'est là que M. de Tédesco se sépare de lui, trouvant que cette préoccupation de supprimer les échafaudages a trop pesé sur ses conceptions, d'ailleurs fort ingénieuses et intéressantes.

A la suite des articles de L. Stellet, M. L. Lefort, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, fit paraître une série d'études sur les poutres droites en béton de ciment armé.

Il démontre qu'en s'appuyant sur la théorie générale des corps hétérogènes, le moment d'inertie maximum d'une poutre armée est fourni par la poutre à deux armatures symétriques, qui, pour lui, doit être uniquement employée. Il recherche ensuite l'économie d'une semblable poutre sur la poutre à double té du commerce et à l'aide de considérations dont M. de Tédesco donne le détail, il arrive au chiffre de 39 0/0 au maximum quand le volume du béton est quinze fois plus grand que celui du fer, cette économie allant en diminuant à mesure que le volume du béton augmente pour devenir nulle quand le rapport de ce volume à celui du fer arrive à 50.

M. de Tédesco conteste ces chiffres au point de vue pratique. Selon lui, le ciment armé ne peut donner une économie considérable que lorsqu'on traite un plancher complet, c'est-à-dire piliers, soffites, solives et hourdis. On réalise alors une construction monolithe, dans laquelle chaque partie peut être réduite à son minimum, et dans ce cas on peut arriver à une économie d'environ 20 0/0.

Résumant toutes les explications qu'il vient de donner, M. de Tédesco dit qu'entre deux modes de construction, l'un dont les procédés de calcul complexes sont basés sur des facteurs inconnus, l'autre dont les méthodes sont celles que les Ingénieurs ont l'habitude d'appliquer couramment, l'hésitation n'est pas possible, d'autant plus que la deuxième méthode ne peut plus pécher que par excès.

Enfin, M. de Tédesco fait simplement mention d'une brochure de notre Collègue M. Canovetti, Directeur des travaux de la ville de Brescia, et intitulée « Sul cimento armato ». Dans cette brochure, M. Canovetti se déclare également partisan des armatures symétriques, grâce auxquelles, quand le ciment se fissure, le fer peut travailler sans son secours, car, lorsque dans une poutre en ciment armé on augmente les charges, les allongements subis par le ciment sont incompatibles avec ceux du métal.

Pour terminer ce long parcours dans les régions théoriques, M. de Tédesco fait passer sous les yeux de ses Collègues une série de projections

représentant des travaux dont il a eu l'occasion de suivre l'exécution, et qu'il croit de nature à les intéresser, tels que des usines, des réservoirs, le pavillon des wagons-bars situé gare Saint-Lazare, près de la rue de Rome, etc.

M. le Président remercie et félicite au nom de la Société M. de Tédesco de nous avoir fourni des renseignements très intéressants sur un mode de construction nouveau, et de nous avoir présenté les différents travaux qu'il a exécutés.

M. F. Hennebique demande la permission de répondre quelques mots à M. de Tédesco, ou plutôt, d'expliquer que la poutre symétrique n'appartient pas seulement à ceux qui la défendent, mais aussi à ceux qui la font. Ainsi, on a l'air d'accuser la poutre Hennebique de ne pas être symétrique. Elle est ce qu'il y a de plus symétrique, car elle résiste à tous les efforts extérieurs symétriquement. M. Hennebique invite ses Collègues à sa prochaine exposition, lundi, 23 janvier, où on verra des travaux exécutés à l'aide de cette poutre, et où l'on pourra remarquer qu'elle résiste dans toutes les situations, à tous les efforts extérieurs.

M. Hennebique n'en remercie pas moins M. de Tédesco de lui avoir donné un excellent coup de main, en venant, depuis une dizaine d'années, prêcher avec infiniment de talent et beaucoup de ténacité, les avantages de la construction en ciment armé, et qui a cherché, ainsi que beaucoup d'autres Ingénieurs, à trouver la théorie de ce mode de construction, dont on peut dire une fois de plus que la pratique a précédé la théorie, qui est encore à faire.

M. Hennebique fait ensuite passer sous les yeux des Membres de la Société un certain nombre de projections représentant des spécimens de constructions exécutées par lui, en ciment armé, constructions de toutes sortes, usines, réservoirs, trottoirs en encorbellement (chemins de fer de ceinture), silos à charbons, murs de quai fondés sur pilotis en béton armé, etc.

M. le Président remercie M. Hennebique des explications qu'il a apportées. Les vues qu'il a fait passer sous nos yeux représentent des constructions de toutes natures, de toute grandeur, de tous modèles, qui prouvent que le ciment armé est maintenant un moyen de construction très intéressant, pour ceux qui ont à faire des usines ou autres établissements du même genre, où l'esthétique ne doit pas être placée avant le but utilitaire.

Il remercie donc vivement MM. de Tédesco et Hennebique, qui ont contribué ainsi à rendre cette séance très instructive.

M. Ed. Coignet demande à parler en quelques mots d'un incident qui s'est passé à la Société des Ingénieurs Civils de France. Il s'agit des fissures qui ont été remarquées, quelques jours seulement avant l'inauguration de l'hôtel actuel, dans le plancher en ciment armé du hall. Il croit que l'enseignement à recueillir de l'accident qui s'est produit ici, c'est qu'il faut avoir confiance dans le ciment armé. Si l'on fait une construction en béton armé, il vaut mieux la faire complètement en cette matière, et ne pas la mettre sur du fer.

Ce plancher est supporté par des poutres en fer.

Or c'est la poutre centrale qui avait fléchi, entrainant avec elle la poutre correspondante du plancher, ce qui détermina un certain nombre de fissures symétriques par rapport à cette poutre centrale.

Malgré les efforts anormaux qu'avait dû subir le plancher, M. Coignet montra que le plancher présentait les garanties de solidité les plus complètes par les essais de surcharge, à raison de 600 *kg* le mètre carré, qui furent exécutés sur toute une travée et ne déterminèrent que des flèches de 5 *mm* pour une poutre de 8,50 *m*.

Plus récemment, on a remarqué une fissure longitudinale dans la mosaïque, le plancher lui-même n'en présentant pas. L'explication est très simple. Cette première était au droit d'une cloison qui était parallèle aux poutrelles et montait entre deux poutrelles jusqu'au hourdis du plancher. De sorte que, lorsqu'on dansait, on faisait travailler le hourdis dans des conditions anormales en le pliant de chaque côté de cette cloison fixe, c'est-à-dire dans un sens perpendiculaire à celui qui était prévu.

M. Coignet s'excuse de s'être étendu, ce soir, sur ce sujet personnel, mais il lui a paru nécessaire, dans l'intérêt même de la Société des Ingénieurs Civils, de répondre aux critiques mal raisonnées qu'on avait adressées à ce plancher, et il rappelle qu'il y a environ quatre ans il avait battu des pilots en ciment armé.

M. le Président remercie M. Coignet des renseignements qu'il vient de donner. Il informe que M. Cottancin lui a adressé une lettre concernant la communication qui vient d'être faite; notre Collègue pose certaines questions et certains problèmes. Mais il est impossible de s'engager dans cette voie. Lorsque M. Cottancin aura pris connaissance du compte rendu de la communication de MM. de Tédesco et Hennebique, il pourra présenter à la Société les observations que ces communications lui auront suggérées.

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admission de MM. H. Carpentier, J.-M. Clair, A. Corot, E. Croharé, A. Debray, D. Delvaux, D. Duchez, P. Fleury, J. Fournier, C. Gernaert, J. Hallé, Holroyd-Smith, E. Lafontaine, F. Lecerf, J. Lévêque, R. Peironcely, G. Rebut, G. Risler, C. Sampaio, M. de Souza, L. Vergé, E. Vivez et H. de Vorges, comme Membres Sociétaires, et de MM. L. Couvreur et A. Doucède comme Membres Associés.

MM. C. Guesdon, M. Lisboa, P. Pierrel, J. Vauthier et J. Westcott, sont reçus Membres Sociétaires, et MM. F. Bonna et L. Standaert, Membres Associés.

La séance est levée à 11 heures moins un quart.

Le Secrétaire,
Georges Courtois.

APPAREIL DYNAMOMÉTRIQUE

DE M. TÉODOROVITCH

INGÉNIEUR EN CHEF DES ATELIERS DU CHEMIN DE FER DE KHARKOW-NICOLAIEW

NOTE PRÉSENTÉE

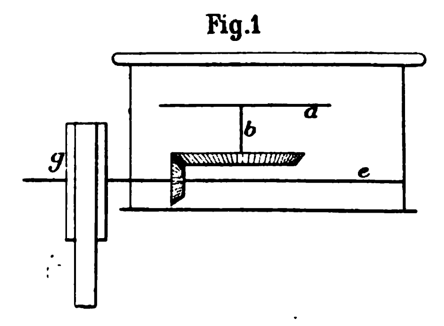
PAR

M. Henri CHEVALIER

Dans notre région tempérée on peut adopter sans inconvénient le poids des véhicules traînés comme base des primes à allouer aux mécaniciens pour les économies de charbon; mais en Russie, dans l'été leurs bénéfices atteignent le maximum, tandis qu'en hiver, époque la plus pénible, leur travail se trouve fort mal payé; il était donc naturel de chercher à régler la consommation non plus sur le poids du train, mais sur le travail dépensé par la machine; c'est ce qui a amené M. Téodorovitch, Ingénieur en chef des ateliers de Kharkow-Nicolaïew, à établir, dès 1885, un appareil simple et précis, destiné à enregistrer le travail dépensé pendant la marche. Grâce à son prix peu élevé et à sa facilité d'installation, cet appareil s'est rapidement répandu en Russie où l'on en compte aujourd'hui vingt-quatre en service donnant toute satisfaction.

Description de l'appareil.

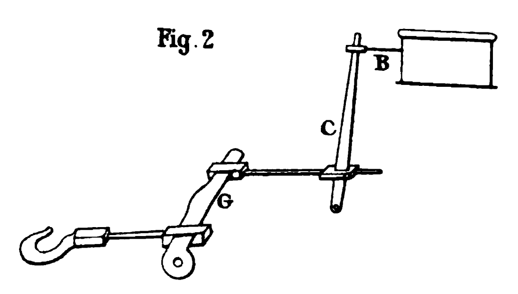
Le dynamomètre est composé d'un disque en acier *a* tournant sur un axe vertical *b* qui reçoit le mouvement de l'arbre horizontal *e*, par l'intermédiaire de deux pignons coniques; une poulie *g* calée sur l'arbre *e* porte une courroie mise en mouvement par l'essieu de la voiture. Une boite en fonte à couvercle en bois renferme toutes les pièces et sert de support indéformable aux coussinets *(fig. 1)*.



Transmission des efforts de traction.

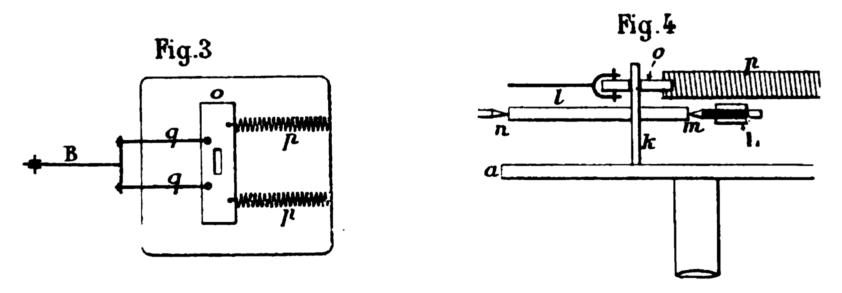
Le crochet de traction, au lieu d'être relié à un ressort puissant, comme cela a lieu dans les véhicules ordinaires, commande une série, de leviers, G et C dont le second, vertical, traverse le plancher de la voiture et s'articule sur la tige B qui sort de la boîte du dynamomètre; les longueurs des leviers sont telles que l'effort sur B n'est que 1/50 de l'effort exercé sur le crochet de traction *(fig. 2)*.

La bielle B, par l'intermédiaire des tiges *q*, agit sur une règle



guidée *o*, qui répartit l'effort de traction sur les deux ressorts à boudin *p* fixés à l'intérieur de la boîte en fonte *(fig. 3 et 4)*.

La règle *o* porte en son milieu une rainure dans laquelle passe

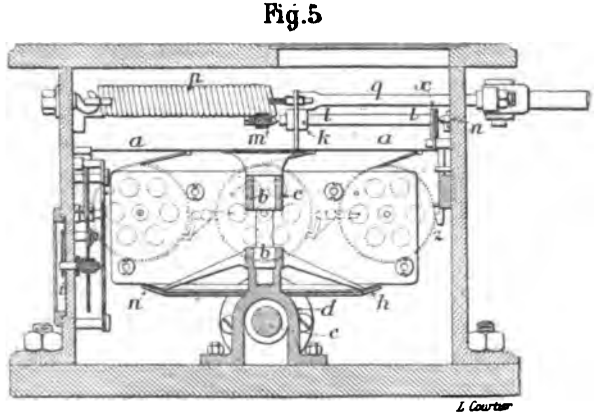


un galet *k*, qui peut glisser sur un axe *l* tout en roulant sur le disque *a*, un ressort L assure l'adhérence, tandis que des butées limitent en arrière la course de la règle *o* et par conséquent du galet *k*. A une de ses extrémités l'axe *l* porte un excentrique *x* qui commande un compteur de tours enregistrant jusqu'à 100 000 les rotations du galet *k*, tandis que les révolutions du disque *a* sont marquées sur un autre compteur *(fig. 5, 6 et 7)*.

Fonctionnement de l'appareil.

A l'état de repos, l'appareil est réglé de telle sorte que le galet *k* est à une distance du centre du disque *a*, précisément égale à son propre rayon, de façon que si l'effort de traction est nul

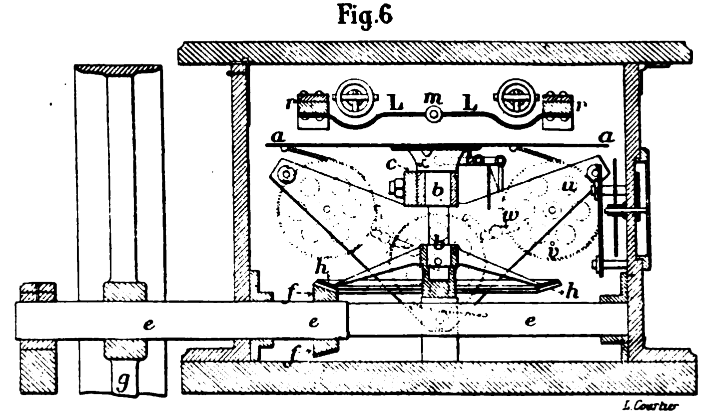
Fig.5



Coupe AB

dans une descente, par exemple, le galet *k* et le disque *a* font exactement le même nombre de tours dans un même temps ; mais dès que l'effort de traction se fait sentir sur la bielle B, les

Fig.6



Coupe CD

ressorts *p* s'allongent et la règle *o* avec le galet *k* s'éloigne du centre du disque *a*, le nombre de tours de *k* augmentant proportionnellement à sa distance du centre de rotation.

Le travail absorbé par la résistance du train est :

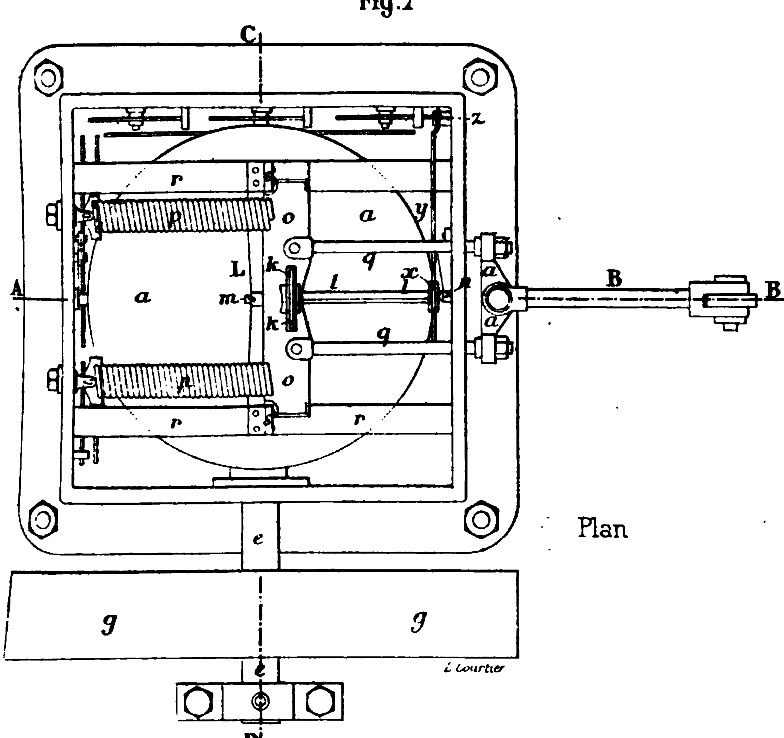
$$T = P\ 2\pi rn.$$

P force appliquée sur le crochet de traction.
r rayon du bandage de la roue de la voiture au roulement;
n nombre des tours de roue de la voiture.

Si l'on désigne par:
p la force appliquée sur la bielle B: $P = 50p$.
s le rayon du galet *k*;
h l'effort déplaçant le galet *k*, d'un millimètre;
i la distance entre le centre du disque *a* et le galet *k* correspondant à l'effort *p*.

$$p = (i - s)h \qquad \text{et} \qquad P = 50(i - s)h.$$

Fig. 7



γ étant le nombre de tours du galet *k*, et δ le nombre de tours du disque *a*, on a:

$$\gamma = \frac{i}{s}\,\delta \qquad \text{et} \qquad i = \frac{\gamma s}{\delta}.$$

Donc: $$P = 50hs\,\frac{\gamma - \delta}{\delta},$$

et: $$T = 50hs\,\frac{\gamma - \delta}{\delta}\,2\pi rn.$$

Mais le rapport entre le nombre de tours de roue de la voiture et celui du disque *a* est une constante :

$$\frac{n}{\delta} = k \qquad n = \delta k ;$$

$$T = 50hs \frac{\gamma - \delta}{\delta} 2\pi r \delta k = 314 hsrk(\gamma - \delta).$$

Dans un même appareil *hsrk* ne varient point pendant la durée de l'expérience, on peut donc écrire :

$$B = 314 hsrk,$$

et

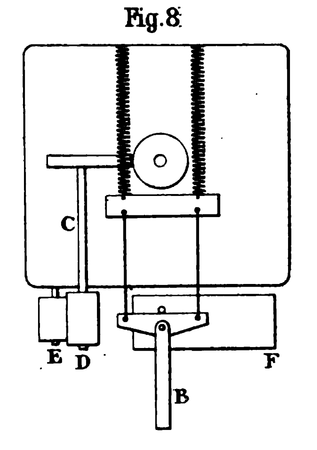
$$T = B(\gamma - \delta).$$

La distance parcourue par le train sera :

$$L = 2\pi rn = 2\pi k\delta.$$

Avec ce dynamomètre, connaissant B, il suffit donc de prendre les valeurs de γ et de δ sur les compteurs pour avoir les valeurs de T et de L. Un perfectionnement important a été de rendre cet appareil enregistreur en lui faisant tracer une courbe continue dont les ordonnées représentent les efforts de traction et les abscisses le chemin parcouru, les surfaces représentant le travail dépensé (*fig. 8*).

Fig. 8



Une vis sans fin, montée sur l'axe *b* du disque *a*, commande une roue dentée fixée à l'extrémité d'un arbre *c* qui porte à son autre extrémité un rouleau en caoutchouc D en contact avec un deuxième E; le ruban de papier passe entre les deux en quittant le tambour F sur lequel il est enroulé ; le crayon qui trace le diagramme est fixé sur la traverse, à l'extrémité de la tige B, et appuyé par un ressort sur le ruban de papier; le crayon se déplace donc sous l'effort de traction pendant que le papier se déroule proportionnellement au chemin parcouru par le véhicule.

L'on a : $$P = 50lh ;$$

si l'on désigne par *l* la valeur en millimètres de l'ordonnée de la la courbe au point considéré. Quant aux distances, le ruban a été gradué à l'avance par un essai sur un parcours déterminé.

Réglage et entretien de l'appareil.

Afin d'avoir un fonctionnement régulier et des indications précises, il faut prendre les précautions suivantes :

1° Les longueurs des bras de leviers sous la voiture doivent être bien réglées et vérifiées de temps en temps ;

2° Les couteaux des chapes doivent être en acier dur trempé sans recuit ;

3° Le crochet de traction doit fonctionner librement dans son guide et, pour cela, il doit être bien ajusté pour n'avoir ni grippement, ni coincement;

4° La jonction entre le levier *c* et la tige B doit être libre, afin d'éviter la flexion de cette dernière ou celle des bielles *q* ;

5° Le galet *k* doit être en contact parfait avec le disque *a*, pour rouler sans glissement. Le mauvais roulement peut venir de deux causes : ou l'axe *l* sur lequel est monté le galet n'est pas assez fortement appuyé sur le disque *a*, il faut alors cintrer un peu plus le ressort L sur lequel est montée la pointe *m* ; ou les pointes *m* et *n* ont pris du jeu dans leurs logements, aux extrémités de l'arbre, et il suffit de serrer un peu la vis du point *m*. Du reste, ces deux inconvénients se présentent rarement; mais, comme le bon fonctionnement du galet *k* est très important, il faut s'en assurer de la manière suivante : on choisit une distance d'environ 5 *km*, horizontale ou ayant une pente régulière, et on calcule les valeurs de la résistance moyenne d'après les données des cadrans, d'une part, et celles de l'enregistreur, d'autre part; ces deux valeurs doivent être égales.

On a vu que la distance du galet *k* au centre du disque *a* doit être rigoureusement égale à son rayon ; pour s'assurer que cette condition est remplie, on met le wagon en queue du train, tourné de telle sorte que le crochet de traction qui commande l'appareil soit en arrière ; après avoir marché un certain temps, on s'assurera que $\gamma - \delta = 0$; dans le cas contraire, il faudra régler les butées de la règle *o* ;

6° Les ressorts *pp* peuvent se déformer, s'allonger, par suite d'efforts brusques qui se produisent quelquefois au démarrage, et la règle *o* ne revient plus contre ses butées quand l'effort de traction est nul. On doit, dans ce cas, raccourcir les ressorts et vérifier, au moyen de poids, si les allongements restent bien proportionnels aux charges. On remplace alors la valeur de *h*,

dans les formules, par sa nouvelle valeur h' trouvée de cette façon ;

7° La vérification des compteurs doit se faire de temps en temps. L'appareil entier doit être entretenu en parfait état, graissé avec soin, et la boîte doit toujours être fermée pour empêcher l'entrée des poussières.

Installation du dynamomètre.

Ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte par la description qui précède, l'installation de cet appareil dans un fourgon, ou même sur le tender de la locomotive, est des plus simples et, comme les indications données sont très précises, son emploi s'est rapidement répandu sur les chemins de fer de la Russie, puisqu'il y en a maintenant vingt-quatre en service.

A titre de renseignement, voici la disposition de la voiture dynamométrique du chemin de fer de Kharkow-Nicolaïew.

La voiture, d'une longueur d'environ 9 *m*, a une plate-forme fermée qui sert à monter et à descendre ; cette plate-forme est du côté opposé au crochet de traction qui est en communication avec l'appareil. Celui-ci est placé dans la salle d'expériences, qui a environ 3 *m* de long ; à la suite sont un compartiment à deux canapés, le cabinet de toilette et le compartiment de chauffage avec un banc pour le chauffeur ; ces pièces sont réunies par un couloir longitudinal. Comme dans toutes les voitures russes, il n'y a pas de portières sur les faces.

La boîte en fonte qui renferme le dynamomètre est solidement fixée sur une table qui est elle-même boulonnée au plancher. L'essieu de la voiture transmet d'abord le mouvement à un arbre intermédiaire qui commande la poulie du dynamomètre Téodorovitch ainsi que les appareils Graftiaux et Boyer, destinés tous deux spécialement aux mesures des vitesses. Les appareils de précision de M. Graftiaux ayant figuré à l'Exposition universelle de 1878, ceux de nos collègues que la question intéresse pourront aisément en avoir la description. Le matériel de la salle d'expériences est complété par une girouette avec anémomètre donnant la direction et l'intensité relatives du vent.

DES DERNIERS PROGRÈS ACCOMPLIS

DANS LES

CONSTRUCTIONS EN CIMENT ARMÉ

PAR

M. N. de TEDESCO

Depuis les dernières communications qui vous ont été faites sur le ciment armé, il a été réalisé certains progrès au point de vue scientifique, comme au point de vue de l'art de ces constructions. Je me proposais de vous entretenir des progrès de diverses natures, que je connais naturellement d'une façon plus spéciale, ceux qui ont été accomplis par la Société pour les constructions au ciment armé, dont j'ai l'honneur d'être l'ingénieur; mais, sur un désir exprimé par notre honorable Président, je vais tenter d'explorer avec vous les diverses régions de ce champ déjà si vaste, quels que soient les pionniers qui les aient découvertes ou ensemencées.

On entend, par ouvrage en ciment armé, toute construction en mortier ou en béton de ciment dans laquelle il a été introduit avant l'application de l'agglomérant une armature en fer ou en acier ayant pour but de s'opposer aux efforts d'extension et d'augmenter la résistance du ciment à la compression quand cela est nécessaire.

Je ne vous rappellerai pas les nombreux avantages des constructions en ciment armé; ils vous ont été mentionnés à diverses reprises; il en est un, d'ailleurs, dont l'importance se mesure facilement à chaque application nouvelle, c'est l'économie, et nulle part cette constatation n'a été plus frappante que dans le domaine des canalisations (tuyaux et réservoirs).

La tôle, la fonte, la maçonnerie ont dû même renoncer à la lutte dans la plupart des cas. C'est la conséquence fatale des progrès de l'activité humaine; il n'y a pas lieu de s'en préoccuper outre mesure; le fer ou l'acier, par exemple, sont demandés sous une autre forme, en moins grande quantité, c'est vrai, pour chaque entreprise nouvelle de travaux, mais comme l'exécution

en aurait été ajournée, sinon abandonnée, dans bien des cas, faute des fonds nécessaires à tout autre mode de construction, il en résulte, en définitive, un accroissement de production pour l'industrie métallurgique.

Je commencerai donc par les canalisations: par les ouvrages travaillant dans les conditions normales exclusivement à l'extension et pour lesquels, dès le début, tous les applicateurs de ciment ont reconnu la convenance de donner à l'armature la section exigée par les efforts d'extension qui sollicitent l'ouvrage, sans tenir aucun compte de l'appoint considérable apporté par le travail du mortier de ciment.

Quelque sage, quelque prudente que soit cette règle généralement suivie dans les canalisations en ciment armé, maints esprits n'en éprouvaient pas moins une certaine inquiétude au sujet de l'agglomérant, entraîné par adhérence à des allongements qu'il ne saurait supporter sans se rompre, si l'on s'en rapporte aux essais directs de traction faits sur des éprouvettes en ciment, mortier, ou béton de ciment.

D'après les expériences les plus récentes et, notamment, celles qui ont été exécutées au laboratoire des Ponts et Chaussées, sur la demande de M. Bourdelles, inspecteur général des Ponts et Chaussées, le plus grand allongement que puisse prendre une éprouvette de ciment ne dépasse guère 1/8 de millimètre par mètre.

Des essais faits sur des éprouvettes de 1 *m* de long et 10 cm^2 de section, en ciment Portland artificiel de la marque E. Candlot et Cie, et âgées de 50 jours, soumises à un effort de traction de 280 *k*, ont donné un allongement de 125 millièmes de millimètre, ce qui répond à un coefficient d'élasticité de

$$\frac{280\,kg}{0{,}000125 \times 0{,}0010} = 2{,}24 \times 10^9,$$

soit 1/9 environ du coefficient d'élasticité du fer. Un tel allongement dans le fer dont le coefficient d'élasticité est de 20×10^9, correspond à un effort de traction de 2,5 *kg* seulement par millimètre carré.

Les applicateurs de ciment prévoient 4 fois moins de métal que ne l'exigerait l'allongement théorique maximum de l'agglomérant, et comme les tuyaux et les réservoirs ont donné, sur cette base, toute satisfaction au point de vue de la résistance et de l'étanchéité, ils en ont conclu tout naturellement que la pré-

sence seule du fer ou de l'acier, dans le mortier ou le béton de ciment, suffisait pour lui donner des propriétés extensives considérablement plus importantes que celles des mortiers ou bétons non armés. Or, il résulte d'une note de M. Considère à l'Académie des Sciences (12 décembre 1898, ***De l'influence des armatures métalliques sur les propriétés des mortiers et bétons***), que les praticiens avaient eu une véritable intuition de la vérité. Au lieu d'essayer les ciments armés par la traction simple, opération de laboratoire absolument brutale par rapport à ce qui se passe, dans la pratique, il a mesuré l'allongement de la face tendue, et le raccourcissement de la face comprimée de prismes de 0,60 $\times$ 0,06 $\times$ 0,06 chargés debout de poids, agissant en porte à faux. Les allongements étaient observés à l'aide d'appareils à miroir d'une grande sensibilité. Le mortier était au dosage de 433 *kg* par mètre cube de sable, et l'armature composée de trois barres rondes de 4,025 *mm* formant la 1/84 du volume total.

Le moment de flexion du prisme a été porté jusqu'à 78,68 *kg* sans produire la rupture, ce qui a provoqué des allongements de 1,98 *mm*, c'est-à-dire 20 fois plus grands que ceux que peuvent supporter les mortiers non armés.

Bien plus, et c'est là une constatation des plus importantes au point de vue de l'effet des chocs rythmés, ce même prisme qui avait subi, sans se rompre, un effort statique, provoquant une fatigue du fer évaluée à 32 *kg* par mètre carré, a été soumis à 139 052 répétitions, correspondant à des charges variant entre 44 0/0 et 71 0/0 de la charge limite statique ; après ces dures épreuves, il a été détaché, par le sciage, des baguettes, dans les parties non armées du mortier, et soumettant ces baguettes à de nouveaux essais, M. Considère a trouvé qu'elles ont manifesté une résistance presque égale à celle des éprouvettes témoins non armées, qui n'avaient encore subi aucun travail.

Dans le programme des recherches expérimentales, tracé par M. Bourdelles et rapportées par M. Joly, Ingénieur des Ponts et Chaussées, dont nous avons déjà dit quelques mots, étaient comprises également les épreuves de résistance aux efforts répétés (seulement cette fois il s'agissait de traction directe opérée sur des briquettes normales en ciment pur, mortier ou béton de ciment de Portland non armés).

Sous un effort de 6 *kg* par centimètre carré, ainsi répété de 45 000 à 515 000 fois, les briquettes de ciment, de mortier ou de béton, n'ont pas cédé. Elles ont donné, ensuite, tant à la trac-

tion qu'à la compression, les mêmes résultats que les briquettes témoins. Il a fallu des efforts répétés de 14 *kg* à la traction pour rompre les briquettes; cependant, une autre série d'éprouvettes en ciment pur n'ont subi qu'un abaissement de résistance de 4 *kg* sur 29 *kg* après une répétition de 40 000 efforts de 14 *kg*, à raison de 52 par minute. Cet abaissement s'atténue avec l'âge des éprouvettes; il s'atténue également quand les éprouvettes sont laissées quelque temps en repos, après chaque série de répétitions, de manière à reconquérir leur élasticité. Ces résultats corroborent ceux de M. Considère. S'ils sont loin, cependant, d'être aussi favorables, c'est que : 1° les éprouvettes n'étaient pas armées; 2° que les conditions s'éloignaient beaucoup plus de celles qui se présentent en pratique.

Il résulte donc de ces expériences que les tuyaux et réservoirs ne sauraient entraîner le ciment à des efforts exagérés, attendu que le métal y travaille en apparence au taux normal adopté dans toutes les constructions métalliques et, en réalité, à un coefficient de beaucoup inférieur.

Une circonstance limitait, cependant, le champ de l'application du ciment armé aux tuyaux, c'est la cessation de l'imperméabilité des mortiers les plus riches, sous des pressions excédant 25 à 30 *m* d'eau. M. Bonna a eu l'heureuse idée d'interposer, soit à l'intérieur du tuyau, soit dans sa partie médiane, une tôle d'acier, dans le but d'assurer une étanchéité immédiate, et sous toutes les pressions, comme aussi d'éviter la projection par arrachement des petits cubes de ciment emprisonnés dans les mailles du treillis métallique, et soumis souvent à des chocs violents dus aux coups de bélier.

Que l'on obtienne dans ces conditions une étanchéité absolue, cela n'a rien de surprenant; mais l'on se demande comment, après avoir prévu des sections de directrices correspondant à l'épaisseur de la tôle qui serait théoriquement nécessaire à la construction d'un tuyau métallique, en plus des génératrices pour solidariser les directrices, en outre un mortier riche pour enrober convenablement cette ossature, enfin une chemise continue en tôle pour parfaire l'étanchéité; on se demande, disons-nous, comment le constructeur peut exécuter ces tuyaux à des conditions plus avantageuses que le tôlier et même que le fondeur. C'est qu'en général le prix de la matière première est loin d'atteindre celui de la mise en œuvre, et qu'en particulier pour le ciment armé, cette mise en œuvre peut être réduite

dans des proportions considérables grâce à un outillage bien compris et à une ingénieuse organisation de chantiers. Vous aurez une idée de cette organisation en apprenant que les 125 *km* de tuyaux, de diamètres variant de 0,40 *m* à 1,20 *m*, que la Société pour les Constructions en Ciment Armé a entrepris pour la Ville de Paris tant en son nom, qu'au nom de ses entrepreneurs, M. Bonna et M. Coignet, auront été exécutés et posés, prêts à entrer en fonctionnement dans l'espace de 270 jours, soit à raison de 400 à 500 *m* par jour.

Le réseau précédemment construit de la plaine d'Achères comportait 40 000 *m* de conduites de diamètres variant de 0,40 *m* à 1,10 *m*, avec tôle d'acier interposée dans la partie médiane des tuyaux pour faire face à une pression de 40 *m*.

Mais le système Bonna s'applique à toutes les pressions. C'est ainsi que la conduite de refoulement de Nîmes, diamètre 0,900 *m*, a été exécutée avec succès pour résister à des pressions de 100 *m* d'eau en service normal. Ces tuyaux étaient munis d'un tube intérieur en tôle d'acier rivée de 6 *mm* d'épaisseur en moyenne.

Grâce à ce système, la ville de Nîmes a réalisé une économie très sensible sur le prix de 125 *f* offert par la fonte frettée, laquelle se refusait encore à donner aucune garantie pendant le fonctionnement.

Si nous passons maintenant aux ouvrages travaillant à la flexion, poutres et hourdis de plancher, nous nous trouvons en face de deux modes de construction bien distincts, l'un dont seules les parties supposées tendues sont armées de tirants, l'autre où l'on arme également ou presque également les parties comprimées et les parties tendues.

En dehors de ces différences de principe, il y en a d'autres dans le mode de répartition des barres, dans le profil de ces dernières, dans la manière dont elles sont rattachées entre elles ou au mortier comprimé.

Il serait trop long de les mentionner tous ; nous nous bornerons donc à en décrire sommairement quelques-uns.

Dans le système Coignet, les poutres en ciment sont armées haut et bas de barres rondes. Un étrier en fer rond supporte la barre inférieure, vient s'enlacer autour de la barre supérieure, et sort par la face supérieure de la poutre pour venir se rattacher à l'aide de ligatures à l'armature du hourdis. Les poutres sont généralement moulées à terre, puis posées sur les murs comme des solives en fer. Grâce à l'enrobement des barres

supérieures, ces poutres peuvent résister à la compression résultant des efforts dus au poids mort. Une fois le hourdis terminé et durci, la résistance de la poutre augmente suffisamment pour résister en outre à la compression et à l'extension résultant de la surcharge.

M. Bonna remplace les fers ronds par des aciers profilés qui présentent plus de rigidité par eux-mêmes, qualité intéressante au point de vue de la stabilité des fers pendant l'opération du moulage. De plus, le moulage des poutres se fait sur place, ce qui permet d'élever la barre supérieure, et de la mettre dans le sein même du hourdis. En outre, les deux membrures supérieure et inférieure sont reliées par des fers profilés, rivés ou ligaturés, formant montants ou croix de Saint-André des membrures, de manière à constituer une poutre métallique complète par elle-même et dont le ciment ne fait que rendre les assemblages plus parfaits.

La Société pour les Constructions en Ciment Armé disposant de ces deux brevets, les utilise au mieux de sa convenance, suivant les applications.

M. Hennebique n'arme ses poutres qu'à la partie inférieure, et se sert, à cet effet, de véritables tirants en fers ronds scellés dans les murs. Le travail à la compression est fourni par le hourdis. La solidarité entre la membrure fer et la membrure béton est réalisée par des étriers en fers plats en forme d'U dont les branches verticales sont repliées sur quelques centimètres, d'équerre, c'est-à-dire horizontalement. Les tirants passant à l'intérieur de ces étriers et reposant sur leurs fonds arrondis, se trouvent, par suite, suspendus à la masse du hourdis en béton. Enfin, comme M. Hennebique suppose en général ses poutres soumises à un demi-encastrement, il résiste aux moments négatifs qui se produisent aux extrémités des poutres par l'adjonction de barres rondes incurvées dont les extrémités se trouvent à la partie supérieure des poutres et le ventre dans la partie centrale de ces dernières.

M. Cottancin rattache ses tirants qu'il appelle épines-contreforts, au hourdis, à l'aide d'un véritable tissu à fils métalliques continus de même genre que celui dont il arme le hourdis.

MM. Coignet et Bonna arment le hourdis de barres rondes horizontales parallèles placées dans le sens de la plus petite portée. Des barres rondes de diamètre plus faible sont placées au-dessus des premières et dans le sens de la plus grande portée.

Ces deux groupes de barres sont ligaturées à leurs points de croisement. Les barres supérieures plus faibles ont pour but d'entretoiser les barres inférieures et de bien répartir sur elles les efforts des charges.

M. Hennebique supprime les barres supérieures.

Avant de vous résumer en quelques mots les études remarquables publiées par L. Stellet, Ingénieur des Ponts et Chaussées, il est indispensable que je rappelle les expériences faites par la Société pour les Constructions en Ciment Armé, et qu'un de nos collègues, M. Bertrand de Fontviollant. avait bien voulu honorer de sa présence. Ces expériences avaient pour but de déterminer le coefficient de sécurité dont on disposait, en traitant les poutres en ciment armé, comme on traitait les tuyaux, c'est-à-dire en faisant abstraction, au point de vue du calcul, de la présence du mortier.

Cette hypothèse n'est possible naturellement qu'avec l'armature symétrique, adoptée par ladite Société de constructions. Seulement dans cette application, comme le mortier ne sert pas seulement d'âme reliant la membrure métallique comprimée à celle qui est tendue, mais qu'elle absorbe une part importante du travail total, il est permis d'escompter ce concours en supposant par exemple que le fer dans les conditions normales ne subit que les 60/100 du travail total, ce qui revient à le calculer non plus à 9 *kg*, mais à $\frac{9}{0.60} = 15$ *kg* par millimètre carré.

C'était le chiffre que M. Ed. Coignet vous avait mentionné, en mars 1894, lors de la communication de nos premières études. En considérant donc comme normale la charge relative à ce taux fictif de 15 *kg* du fer supposé travaillant seul, il s'agissait de demander à l'expérience de combien la charge provoquant les premières fissures dépassait cette charge normale.

Les expériences furent faites dans les conditions les plus défavorables au ciment armé : poutre reposant librement sur des appuis, chargées en leur milieu d'un poids isolé, et dénuées de tout hourdis en ciment armé, c'est-à-dire du facteur le plus important de la rigidité extraordinaire des planchers en ciment armé.

Le programme était le suivant : suspendre à ces poutres de 6,50 *m* de portée (de nu à nu des murs) des charges croissantes

et comparer les flèches observées, à diverses phases du chargement, à celles résultant de la fatigue qu'auraient éprouvée, sous l'effet de ces charges, les membrures métalliques supposées solidaires, mais abstraction faite de la résistance du ciment. De la différence sans cesse décroissante de ces deux flèches, on pouvait calculer approximativement la part croissante prise par le fer dans le travail total.

Cette part de 30 0/0 pour les faibles charges, atteignit 60 0/0 pour la charge normale, ce qui justifiait complètement le coefficient de travail apparent de 15 *kg* admis comme normal.

Lors de la manifestation des premières fissures, cette part s'élevait à 80 et même 90 0/0. Ces fissures n'eurent lieu que pour des charges totales environ trois fois supérieures à la charge totale admise *a priori* comme normale. C'est à peu près le résultat que vient de trouver M. Considère, dans les expériences susmentionnées, attendu que pour des moments totaux croissant de 5,18 *kgm* à 78,68 *kgm*, le moment réel du fer a passé de 1,28 à 59,97 *kgm*, ayant absorbé 24,70 0/0 pour la plus faible charge et 76,5 0/0 pour la plus forte.

A la suite du compte rendu des expériences de la Société pour les Constructions en Ciment Armé, paru dans le numéro du journal *le Ciment* du 25 octobre 1897, je fis ressortir les avantages de l'armature symétrique, parmi lesquels :

1° La mise à la portée de tous les Ingénieurs de la vérification de la résistance d'une poutre en ciment armé ;

2° La certitude que la poutre ne sera pas désarmée dans les parties supérieures extrêmes, supposées comprimées à tort quand le solide est encastré (ce qui est le cas général des constructions en ciment armé) ;

3° Marge supplémentaire de sécurité, en cas de malfaçons partielles du mortier.

Sitôt après cette publication, Louis Stellet, que la mort devait ravir à la science quelques mois après, adressait la lettre suivante au directeur du *Ciment*, en date du 15 novembre 1897 :

« J'avais écrit, en août et septembre 1897, un mémoire sur le calcul des planchers et poutres en ciment armé que je n'ai pu faire autocopier que ces jours-ci. J'y défendais une théorie nouvelle, basée sur l'hypothèse de l'encastrement et sur la nécessité de deux armatures métalliques symétriques. Je vois par l'article

de M. de Tédesco, paru dans le journal du 25 octobre, que les mêmes idées se font jour, et que M. de Tédesco vient lui-même à résipiscence et tend à abandonner ses théories antérieures.

» Il est donc un peu tard pour vous adresser mon mémoire, bien que je puisse prouver par un document émanant d'un autre Ingénieur, en date du 2 septembre 1897, que j'avais alors droit de priorité, au moins en ce qui concerne les publications connues de moi.

» Cependant, comme mon mémoire renferme beaucoup d'idées nouvelles et peut servir aux Ingénieurs qui projettent, comme moi, de grands ouvrages en ciment armé, je vous l'adresse en papiers d'affaires par le même courrier. »

Ce mémoire débute par la critique de toutes les théories en cours, autres que celle qui vient d'être développée. En ce qui nous concerne, je veux dire en ce qui me concerne, de compagnie avec M. Ed. Coignet, relativement à notre communication de mars 1894, L. Stellet nous reprochait d'avoir été alors des partisans timorés de la double armature.

Nous sentons bien, dit-il, que le tirant supérieur peut avoir à équilibrer les moments négatifs pouvant parvenir d'un encastrement partiel; nous disons que nous leur donnons une section plus que suffisante pour faire face, à elle seule, aux efforts tranchants, mais nous ne paraissons la déterminer que par empirisme, et pour nous, le rôle essentiel de ce tirant supérieur de section plus faible, est de former avec le tirant inférieur et les triangles de fer feuillard intermédiaires, une poutre métallique qui puisse se porter elle-même et porter le cintrage ainsi que le ciment du plancher avant qu'il ait fait prise pendant la construction.

Or, M. L. Stellet n'a pas tardé à reconnaître qu'il s'était montré un peu téméraire en se basant sur un encastrement toujours parfait. M. Coignet était donc dans le vrai en fixant la section du tirant supérieur d'une poutre armée, munie de hourdis, aux deux tiers de celle du tirant inférieur. Cette proportion se justifie si l'on évalue à $\frac{pl^2}{8}$ le moment des forces extérieures, car s'il y a encastrement parfait, seul le tirant inférieur est trop fort d'un tiers, mais cette section surabondante n'est pas inutile, car alors les efforts tranchants maxima coïncident avec les moments fléchissants maxima, et cet excès de fatigue est compensé par un

excès de section; s'il n'y pas encastrement, ou s'il est simplement partiel, le concours puissant du hourdis travaillant à la compression, justifie amplement la diminution de section du tirant supérieur.

Puisque nous venons de parler d'efforts tranchants, nous en profiterons pour dire deux mots de la résistance du mortier au cisaillement. Elle est beaucoup plus grande qu'on ne le croit généralement.

Il résulte du rapport de M. de Joly qu'il est notablement supérieur à la résistance du mortier à la traction. Cette constatation a été faite à propos de la recherche de la résistance des scellements exécutés au ciment de Portland. Il a été trouvé, contrairement à ce qui était admis jusqu'ici, que la charge qui produit la cessation de l'adhérence n'est pas proportionnelle à la surface de la barre engagée; elle se produit aussi bien pour les barres lisses que pour les barres barbelées et fendues en queue de carpe, dès que la section de la barre commence à diminuer, c'est-à-dire sous une charge voisine de la limite d'élasticité du fer. Ces expériences font ressortir du même coup la grande résistance du mortier au cisaillement; il se produirait là quelque chose d'analogue à l'écoulement des solides étudiés par Tresca, phénomène qui l'a conduit à évaluer à 200 *kg* par centimètre carré la charge de rupture par cisaillement de ce métal; comme c'est, dit M. Joly, de cette charge de rupture que procède la résistance des scellements au plomb, et que ces derniers ne sont pas pratiquement supérieurs aux scellements au ciment Portland, on est conduit à supposer que la charge de rupture par cisaillement du ciment Portland est considérable.

D'après M. l'Inspecteur G. Durand-Claye, elle serait, environ, le quart de la charge de rupture par compression. On pourrait donc compter sur 6 *kg* par centimètre carré comme coefficient pratique. De sorte qu'un hourdis de 0,10 *m* peut résister, abstraction faite du fer, à un effort tranchant de 6000 *kg* par mètre, soit, pour une portée de 6 *m*, à une charge uniformément répartie de 2000 *kg* par mètre carré.

Cette nouvelle digression terminée, revenons aux critiques de L. Stellet.

Il reproche à M. Hennebique de recourir à de soi-disant calculs d'un empirisme déconcertant, et de fixer *a priori* la fibre neutre où il lui plaît, convaincu que cette prudente précaution empêchera le ciment de travailler à l'extension.

Il lui reproche également de ne pas indiquer comment il calcule la section des tendeurs supérieurs incurvés. Nous n'avons pas à défendre M. Hennebique; mais il sait bien qu'il ne suffit pas qu'un plancher soit rigide pour établir que ces soi-disant calculs soient exacts, et la preuve c'est qu'il a soumis un grand nombre de poutres de son système à M. Rabut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, en le priant d'expliquer le pourquoi de leur résistance : si cette explication était parvenue à ma connaissance, je me serais empressé de vous la communiquer.

Enfin, M. L. Stollet critique également les treillis complexes que M. Cottancin emploie pour éviter les tirants qu'il accuse de faire fissurer le ciment.

Tout en trouvant peu explicables les actions intermoléculaires que M. P. Cottancin met en jeu, il n'en reconnaît pas moins que les plafonds de ce constructeur offrent des dispositions de détail ingénieuses.

Bref, ayant ainsi passé en revue les diverses publications relatives aux planchers en ciment armé, L. Stellet expose sa propre méthode de calcul.

Il part de ce principe que le travail des mortiers ou bétons de ciment, malgré qu'il soit notable, ne doit être compté que comme un appoint augmentant la marge de sécurité adoptée dans une proportion qui dépend trop des soins apportés à l'exécution pour pouvoir être, même approximativement, calculée. Il n'a donc en vue que les semelles symétriques de la poutre métallique enrobée, qu'il proportionne au moment de flexion et à l'effort tranchant, d'après les règles bien connues de la résistance des matériaux. Ce calcul n'offre plus aucune incertitude, puisque la position réelle de la fibre neutre et le coefficient d'élasticité du métal sont bien déterminés. Pour lui comme pour nous, le rôle principal du ciment est de constituer une âme indéformable à la poutre métallique réduite à ses deux semelles.

Supposant la poutre en ciment généralement encastrée, il calcule la section d'une semelle par la formule $\frac{(p + P) l^2}{12}$ relative au moment sur les appuis, dans laquelle p est la charge permanente et P la surcharge accidentelle, uniformément réparties; il admet 7 *kg* pour le fer et 10 *kg* pour l'acier, et montre que l'effort tranchant n'élève pas cette fatigue à plus de 8,50 *kg* et 12 *kg*, respectivement, tant que la hauteur de la poutre métallique ne descend pas au-dessous du 1/14 ou du 1/15 de la portée.

La section des semelles étant ainsi suffisante sur les appuis, est suffisante partout ailleurs, aux 1/5 et 4/5 où le mouvement est nul, au milieu où il est de $\frac{(p+P)l^2}{24}$ et positif, ce qui fait que le ciment donne à la compression un travail considérable.

Jusque-là, sa méthode est très simple ; mais en s'imposant la condition de se passer d'échafaudage, il veut que la poutre métallique soit suffisante pour porter la charge permanente p et la charge q du coffrage et des couchis. Or, tant que le ciment en construction n'a pas fait prise, il n'y a pas d'encastrement, et il faut équilibrer le moment $\frac{(p+q)\,l^2}{8}$ et l'effort tranchant $\frac{(p+q)\,l}{2}$.

La section nécessitée par ces conditions est, en général, plus faible que la première : c'est, cependant, celle qu'il adopte pour les semelles de la poutre et le complément, qui ne devient nécessaire que lorsque le plancher est livré à la circulation, est donné à l'aide de semelles supplémentaires, indépendantes des semelles continues, et n'occupant que les cinquièmes extrêmes de la poutre, c'est-à-dire étant interrompues sur les 3/5 médians.

Comme l'âme en ciment reliant les membrures fait défaut lors de la construction, il réalise une triangulation à l'aide de fils d'acier et de gabarits en ciment.

L. Stellet n'a pu, malheureusement, continuer son œuvre ; sentant la mort venir à grands pas, il se hâta de publier ses études ; si l'on découvre, par suite, quelques imperfections, si ses conceptions ne sont pas encore tout à fait pratiques, il ne se dégage pas moins, de l'ensemble de ce premier exposé, une vive admiration pour cette intelligence et le regret qu'un travailleur d'une telle énergie ait été fauché à la fleur de l'âge.

Nous pensons que cette préoccupation de supprimer les quantités de bois, fort coûteuses, qu'exigent les constructions en ciment armé, a trop pesé sur ses conceptions ; les Américains, auxquels on ne saurait reprocher de n'être pas pratiques, renforcent, au contraire, autant que possible, les coffrages des piliers et des poutres, de manière à utiliser, les uns, comme appuis, les autres comme ponts de service.

Immédiatement après la publication des premiers articles de L. Stellet, M. L. Lefort, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées,

commençait, dans les *Nouvelles Annales de la Construction*, une longue série d'études sur *les poutres droites en béton de ciment armé*. Il reprend *ab ovo* la théorie générale de la flexion des corps hétérogènes, dont M. l'Ingénieur de Mazas a posé le premier les bases.

Cette théorie repose, comme M. Coignet a eu l'honneur de vous le dire dans notre communication de mars 1894, sur la substitution au fer, dont le coefficient d'élasticité est k fois plus grand que celui du béton, d'une section de béton k fois plus grande que celle du fer. Nous avons montré alors, à cette époque, comment on détermine la position de la fibre neutre du système hétérogène, et, par suite, les distances des fibres extrêmes à l'axe neutre, le moment d'inertie de l'ensemble, et les $\frac{1}{v}$ à la compression comme à l'extension.

Appliquant ces principes généraux à une poutre en béton, armée à la partie inférieure de n barres rondes de diamètre d, à la partie supérieure de n' barres rondes, également de diamètre d, il détermine le moment d'inertie générale du solide hétérogène, et recherche quelle est sa valeur maxima, si l'on fait varier n et n', tout en maintenant constante la somme $n' + n'$. Il trouve que le moment d'inertie est maximum pour $n = n'$ (armature symétrique), qu'il est minimum pour $n' = 0$ (absence de tirants à la partie supérieure), et ce, quelle que soit la valeur k du rapport des coefficients d'élasticité du métal et du béton. Il montre, enfin, que le minimum n'atteint pas, en général, les 0,70 du maximum.

Ainsi donc, tout d'abord, un avantage incontestable : avec les mêmes quantités de matières, béton et métal, l'armature symétrique donne un moment de résistance considérablement plus grand que celui du même volume de béton, dont toutes les barres rondes sont réparties uniquement à la partie inférieure.

Mais, dit M. L. Lefort, si, loin d'accumuler à la partie inférieure tout le poids de fer que prévoit le système symétrique, mode de répartition qui ne donne que les 0,70 de la résistance de celle du premier cas, on supprime purement et simplement les barres supérieures, alors on n'obtient plus qu'un moment de résistance deux fois plus petit, c'est-à-dire atteignant seulement 35 0/0 de celui de l'armature symétrique.

Ce n'est pas la seule infériorité qu'il attribue à la poutre à armature unique. Il lui reproche, en outre, d'offrir un gros prisme

de béton entièrement dépourvu de métal et qui se présente avec toutes ses imperfections, savoir :

Homogénéité douteuse due à la fabrication et à la pose dudit béton.

Incertitude sur le coefficient de resistance;

Manque d'intimité entre le métal et le béton;

Il lui reproche de ne convenir, avec toutes ces infériorités, que lorsque sur toute la longueur de la poutre la région comprimée reste du même côté de la poutre et que le hourdis en beton se trouve de ce côté.

Et finalement il conclut qu'il ne faut faire aucun usage de la poutre à armature unique, et que la poutre à deux armatures symétriques doit être exclusivement employée.

M. L. Lefort s'étant ainsi convaincu que la poutre en ciment à armatures symétriques mérite seule d'être prise en considération, se pose la question suivante : quelle économie une poutre en ciment armé permet-elle de réaliser sur une poutre à double té du commerce ?

Pour faire cette comparaison, il faut nécessairement adopter tout d'abord un coefficient de travail pour le fer enrobé. Or, en première ligne, il fait observer qu'à fatigue égale l'on est en droit de demander 1/3 en plus au métal enrobé qu'au métal nu :

1° Parce qu'il ne peut pas flamber;

2° Parce qu'il ne comporte pas d'assemblage ;

3° Parce qu'il conserve sa section primitive, puisque la rouille ne peut l'atteindre.

Comme, en outre, les poutres en béton n'ont pas d'âme métallique, à l'encontre des fers à planchers, âme qui est très mal utilisée au point de vue du moment d'inertie, il démontre que là où il faut 100 *kg* de fer pour obtenir avec une poutre en ciment armé une résistance donnée, il faut 230 *kg* pour réaliser la même résistance avec une poutre du commerce de même hauteur.

Évaluant alors le prix du fer, dans les deux cas, à 0,35 *f*, et celui du béton à 70 *f* le mètre cube, il trouve que l'économie réalisée par la poutre en ciment est de 39 0/0 au maximum quand le volume du béton est seulement quinze fois plus grand que celui du fer, et que cette économie va en diminuant au fur et à mesure que le volume du béton augmente, pour disparaître alors que le rapport de ce volume à celui du fer atteint le chiffre de 50.

Théoriquement, c'est peut-être vrai, mais pratiquement, nous avons le regret de le dire, il en est tout autrement.

En effet, si les prix d'acquisition des fers employés sont sensiblement les mêmes, les armatures exigent des attaches, des mises en œuvre assez coûteuses que ne comportent pas les fers bruts du commerce. Il faut ajouter encore l'acquisition des coffrages et des échafaudages. En outre, une poutre en ciment armé ne peut être livrée telle qu'elle sort du coffrage ; il faut au moins la blanchir à la chaux. Enfin, il y a lieu de tenir compte de ce que le poids mort de la poutre en béton est considérablement plus grand que celui de la poutre en fer (que d'ailleurs rien n'empêche d'exécuter en treillis).

Par suite de ces diverses circonstances, par suite surtout de la *sauce* comme on dit vulgairement, l'économie sur laquelle compte M. L. Lefort, peut se réduire de moitié, même dans les cas les plus favorables au ciment, c'est-à-dire fortes surcharges et portées modérées. Le ciment armé ne donne une économie considérable que lorsque l'on traite un plancher complet, c'est-à-dire : piliers, soffites, solives et hourdis.

Dans cette solution générale, le ciment retrouve alors tous ses avantages, le poids mort est réduit par l'extrême légèreté du hourdis ; ce dernier peut être utilisé d'une part comme dallage, de l'autre comme plafond ; les piliers qui travaillent bien à la compression sont économiques, et l'on réalise ainsi une construction monolithe dans toutes ses parties et dans tout son ensemble, qui jouit par cela même d'une rigidité considérable, et dont la rigidité est encore augmentée par le déplacement de la fibre neutre, résultant de la masse considérable du hourdis comprimé. Dans ces conditions, on peut espérer une économie de 20 0/0, mais guère plus, car les constructeurs se lasseront très rapidement de renoncer à des bénéfices légitimes.

Résumant maintenant ce qui ressort de l'analyse des diverses études théoriques, il est certain qu'entre deux modes de construction, l'un dont les procédés de calcul complexes sont basés sur des facteurs inconnus, l'autre dont les méthodes sont celles que les Ingénieurs ont l'habitude d'appliquer pour les matériaux usuels, fers et bois, il y a d'autant moins à hésiter, que le premier peut pécher par défaut, tandis que l'autre pèche toujours par excès, tout en laissant de côté les questions d'économie à résistance égale signalées par M. L. Lefort.

Un de nos collègues, M. Canovetti, actuellement directeur

des travaux de la Ville de Brescia, dont vous vous rappelez sans doute les travaux importants et les études remarquables, a bien voulu m'adresser une très intéressante brochure qu'il a publiée, intitulée *Sul Cimento armato*. La lecture de cette brochure, dont je regrette de ne pouvoir vous donner une analyse même succincte, m'a prouvé qu'en Italie également les idées que je vous ai mentionnées se sont fait jour.

Lui non plus ne croit pas à la possibilité d'établir des méthodes rationnelles pour le calcul des matériaux hétérogènes à coefficients d'élasticité si différents; lui non plus ne peut admettre que l'on puisse trouver dans les ouvrages en ciment armé d'autres résistances que celles de chacun des matériaux aux efforts qui les sollicitent. Pour lui aussi enfin, la symétrie des armatures est indispensable, car seule elle permet au fer de jouir d'un moment d'inertie propre, tandis que le tirant inférieur emprunte le sien au ciment. Grâce à cette symétrie, dit-il, quand lè ciment a épuisé sa résistance à l'extension, le fer peut travailler sans son secours, car les parties même rompues du ciment se maintiennent grâce aux fers et prennent une forme qui fait encore partiellement équilibre aux forces extérieures, ou mieux, lorsque dans une poutre en ciment armé, on augmente les charges, les allongements subis par le ciment sont, il le croit, compatibles avec ceux du métal, et quand, hors d'une certaine limite, le ciment se fissure, le métal entre seul en jeu, c'est vrai, mais dans de bonnes conditions, car il n'en reste pas moins emprisonné.

Telle est la traduction à peu près littérale d'un passage de cette brochure, qui vous montrera que notre distingué Collègue n'a pas perdu l'habitude de s'attaquer aux problèmes les plus délicats et de les résoudre avec une clarté admirable.

Après ce long parcours dans les régions théoriques, une série de vues d'ouvrages en ciment armé sera sans doute bien accueillie. Je vais donc vous montrer quelques travaux dont j'ai eu l'occasion de suivre l'exécution.

CHRONIQUE

N° 224.

SOMMAIRE. — La sécurité du pont de Brooklyn. — Origine de la chaudière tubulaire. — Pompes d'alimentation à fonctionnement économique. — La première locomotive en Allemagne. — Le nouveau paquebot *Océanie*. — Les tramways à câble dans la Grande-Bretagne.

La sécurité du pont de Brooklyn. — A la suite d'un accident dont nous parlerons plus loin et qui a causé une assez vive émotion, la solidité du grand pont de Brooklyn a été mise en question, et les journaux américains ont longuement discuté le sujet. Nous croyons devoir d'abord rappeler les conditions d'établissement de l'ouvrage dont il s'agit et la manière dont la circulation s'y effectue.

Le pont de Brooklyn se compose de trois travées, l'une centrale de 486,60 *m* de portée et les deux autres, de chaque côté de la première, de 283,65 *m*. Il est suspendu à quatre câbles attachés sur les tours qui séparent la travée centrale des autres et qui vont s'ancrer à l'extrémité de ces dernières.

Outre ces câbles, il y a vingt-cinq haubans inclinés partant de chaque tour, haubans dont le premier rejoint le tablier à 21 *m* de l'axe de la tour et le dernier à 126 *m* du même axe. Les douze premiers haubans, du côté de la tour, sont attachés à des barres à œil scellées dans la maçonnerie de la partie supérieure des tours; les huit suivants sont attachés à des bossages venus de fonte avec les plaques formant selles sur le sommet des tours, et les cinq derniers passent sur ces selles pour rejoindre le tablier de la travée correspondante de rive.

Voici comment le pont est constitué dans le sens transversal. Pour remplacer des figures, nous désignerons les quatre câbles par les lettres A, B, C, D, et les six poutres longitudinales qui forment le tablier, par les chiffres 1 à 6.

Au centre du tablier est une partie de 4,73 *m* de largeur, comprise entre les poutres 3 et 4, lesquelles ont 5,30 *m* de hauteur. Le plancher est à la partie supérieure des poutres et sert à la circulation des piétons, c'est ce qu'on appelle la promenade. De chaque côté de cette promenade, il y a une partie de 4 *m* environ de largeur, comprise entre les poutres 2 et 3 d'un côté et 4 et 5 de l'autre, lesquelles poutres ont toutes la même hauteur. Ces espaces sont réservés à la circulation des trains du chemin de fer spécial du pont. Les poutres qui bordent ces espaces sont entretoisées et contreventées à la partie supérieure, les voies étant à la partie inférieure. Enfin, les deux espaces extérieurs compris entre les poutres 1 et 2 d'un côté et 5 et 6 de l'autre (les poutres 1 et 6 n'ont que 2,90 *m* de hauteur), servent à la circulation des véhicules ordinaires et des tramways; la largeur de chacun est de 5,70 *m*. Sous les planchers sont des poutrelles en treillis de 26,20 *m* de longueur

et de 0,80 *m* de hauteur, placées transversalement, et rendant solidaires les différentes parties du tablier et les poutres, en même temps qu'elles soutiennent directement une partie de celles-ci. Ces poutrelles sont soutenues par des tiges de suspension fixées aux câbles. Les poutres 1 et 6, c'est-à-dire les poutres extérieures, sont supportées directement par les câbles A et D et les poutres 3 et 4 par les câbles B et C, tandis que les poutres 2 et 5 sont portées par les poutrelles. Les poutres longitudinales sont encastrées, aux extrémités, dans les maçonneries des tours et sont munies à leur milieu d'un joint glissant qui doit permettre à la dilatation et à la contraction de se produire librement.

La dernière semaine de juillet 1898 a été exceptionnellement chaude à New-York, et le 29 du même mois, à partir de 4 heures et demie de l'après-midi, la circulation devint énorme, surtout sur la chaussée sud qui sert à la communication dans le sens de Brooklyn à New-York ; les cars des tramways étaient bondés de voyageurs et les véhicules ordinaires étaient très nombreux lorsque, vers 6 heures du soir, un cheval attelé à une voiture tomba frappé d'insolation à 60 *m* environ de la tour du côté de Brooklyn, dans la travée centrale. Il en résulta un arrêt immédiat de la circulation et un encombrement tel de véhicules de toute sorte, qu'on a pu estimer la charge qui s'est produite au triple de la charge normale, tandis que la partie symétrique de l'autre côté du pont avait probablement alors à supporter moins que la charge moyenne. A ce moment, le tablier éprouva un violent soubresaut et on entendit un bruit assez fort semblant indiquer la rupture de quelque partie de la construction. Une panique était imminente et, disent les journaux des États-Unis, avec tout autre public qu'un public américain, il se serait produit une catastrophe épouvantable. On put heureusement faire évacuer le pont, la circulation fut suspendue et on procéda à un examen minutieux.

Cet examen fit reconnaître que les poutres bordant la partie où s'était produite l'obstruction étaient voilées à leur partie inférieure, qu'une poutrelle était brisée, que six des haubans inclinés étaient déplacés sur les selles et que ces dernières avaient elles-mêmes éprouvé, sur la maçonnerie des tours, des déplacements variant de 12 à 130 *mm*, en somme aucune avarie importante, mais cet examen permit de constater comment les choses s'étaient passées.

La chaleur excessive, le non-fonctionnement des joints glissants des poutres qui n'avait pas permis à la dilatation de se produire librement, et la charge exagérée existant sur un des côtés du tablier, avaient amené un défaut d'harmonie entre les poutres et les haubans diagonaux fixés aux tours. Ceux-ci n'ayant heureusement pas cédé, les poutres avaient dû se gondoler.

M. F. Collingwood, dans un article très remarqué de la *Railroad Gazette* a élucidé cette question avec beaucoup de sagacité. Nous renverrons à son article ceux de nos Collègues que la question intéresserait particulièrement. Il considère qu'il est matériellement impossible de charger le pont suffisamment pour compromettre sa sécurité, mais il est certain que la rupture d'une pièce, sans être par elle-même de conséquence dangereuse, pourrait amener une panique qu'il est nécessaire d'éviter à

tout prix. La répétition de faits pareils à celui du 29 juillet ferait le plus grand tort à la réputation de sécurité de l'ouvrage. On a déjà constaté, à la suite de ce fait, une recrudescence dans le trafic des *ferry-boats*, moyen de transport plus lent et moins commode, mais que l'on finirait par croire plus sûr. En tout cas, il est indispensable de tenir la main aux ordonnances de police qui interdisent le rapprochement des tramways à moins de 31 *m* de distance entre eux, et dont la non-observation n'a probablement pas été étrangère à l'encombrement qui s'est produit le 29 juillet et à ses suites.

M. Martin, Ingénieur dn chef du pont de Brooklyn, a fait un rapport qui conclut à la parfaite solidité du pont. Il donne, dans ce rapport, des chiffres intéressants sur la charge que supporte l'ouvrage.

Les trains du chemin de fer se composent d'un car moteur pesant 40 000 *kg* en charge et de trois voitures pesant chacune 25 400 *kg*, soit un total de 116 200 *kg*. La vitesse admise est de 18 *km* à l'heure, et les trains marchent à 45 secondes d'intervalle, ce qui donne un espacement de 228,15 *m* entre eux. La charge ressort donc à 1 025 *kg* par mètre courant pour les deux voies.

Les cars à trolley pèsent en charge 12 700 *kg* chacun, soit 25 400 *kg* pour les deux ; ils sont, comme on l'a vu, espacés de 31,10 *m* (102 pieds); la charge par mètre courant, pour les deux voies, ressort à 817 *kg* par mètre courant.

Pour la voie charretière, on suppose deux files continues de voitures, chaque véhicule pesant en moyenne 2 500 *kg* avec l'attelage et occupant une longueur de 6,10 *m*; pour les deux files, la charge ressort à 817 *kg* par mètre courant, soit le même chiffre que pour les tramways.

Enfin, sur la promenade, on admettra une charge de 50 livres par pied carré, 245 *kg* par mètre carré, bien que M. John A. Rœbling, dans son rapport de 1870, n'estime qu'à 30 livres, soit 150 *kg*, le poids d'une foule en marche (1), pour 4,57 *m* de largeur, c'est 1 120 *kg* par mètre courant. La surcharge mobile totale est donc ainsi de 3 779 *kg* par mètre courant, ce qui, pour une longueur totale de 471,20 *m* fait une charge totale de 1 780 700 *kg*.

Le poids mort de l'ouvrage a été évalué, en 1892, à 5 828 *t* de 2 000 livres, soit 5 280 000 *kg*; on y a fait, depuis, diverses additions qu'on peut évaluer à 390 *t*, de sorte que le poids total en charge ressort à 7 450 900 *kg* en nombre rond.

Pour avoir l'effort exercé sur les câbles, il faut multiplier la charge trouvée par 1,7, ce qui donne un total de 12 665 000 *kg*. La résistance des 4 câbles à la rupture étant de 11 150 000 × 4 = 44 600 000 *kg*, on voit qu'on a un coefficient de sécurité de 3.52.

Pour que la charge devînt dangereuse, il faudrait que le poids du tablier chargé atteignît le chiffre de $\frac{44\,600\,000}{1,7} = 26\,120\,000$ *kg*; or, le poids mort est invariable, il est de 5 280 000 *kg*; il faudrait donc que la surcharge atteignît la valeur de 26 120 — 5 280 = 20 840 *t*, soit onze

(1) Voir à ce sujet, dans la Chronique d'avril 1893, p. 575, l'article intitulé : « Poids d'une foule par unité de surface ».

fois et demie la valeur actuelle qui est de 1 780 *t*, hypothèse qui ne peut évidemment pas se réaliser.

Si on fait le même raisonnement pour la limite d'élasticité, qu'on peut évaluer aux deux tiers de la résistance, la rupture pour les fils d'acier employés dans la fabrication des câbles du pont de Brooklyn, on trouve que la surcharge devrait s'élever à 12 290 *tm*, soit six à sept fois la charge actuelle de 1 781 *t*.

La résistance des câbles n'est pas seule en jeu; il y a les ancrages; et, ceux-ci n'ont éprouvé, dans la première année de la mise en service du pont, qu'un déplacement de 15 *mm* qu'on peut attribuer au tassement naturel et inévitable des maçonneries; depuis, le déplacement total pour chaque ouvrage n'a pas dépassé 3 *mm*.

M. Martin ajoute qu'on observe strictement les règlements pour la circulation des tramways; il y a cinq inspecteurs en permanence sur le pont; ils veillent à ce que la distance de 31 *m* entre les cars soit strictement observée; ces inspecteurs étaient à leur poste le 29 juillet; comment l'encombrement s'est-il produit? il serait difficile aujourd'hui de l'expliquer. Peut-être y a-t-il eu malentendu et les inspecteurs avaient-ils compris que l'obligation de maintenir la distance de 31 *m* était pour la marche et ne s'appliquait pas aux cars en stationnement.

Quoi qu'il en soit, on redoublera de vigilance pour qu'un incident de ce genre ne se reproduise pas. La conclusion du rapport est que le pont de Brooklyn est aussi solide que lors de son ouverture à la circulation et que sa sécurité est absolue.

Nous devons ajouter que, d'après l'opinion émise dans certains journaux américains, l'accident dont nous nous occupons devrait surtout être attribué à la présence des haubans, et on insiste sur ce fait que ces haubans ont été supprimés dans le nouveau pont en construction sur l'East-River, où on a jugé utile de donner aux poutres longitudinales plus de hauteur et plus de résistance qu'aux parties correspondantes du pont de Brooklyn où on a compté sur les haubans pour supporter presque entièrement la surcharge mobile.

Origine de la chaudière tubulaire. — On a beaucoup discuté sur l'origine de la chaudière tubulaire, mais, dans rien de ce qui a été écrit sur ce sujet, nous n'avons trouvé mention du document suivant qui nous paraît cependant présenter un intérêt sérieux pour la question.

Dans le volume II de la « Description des machines et procédés spécifiés dans les brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation dont la durée est expirée » nous trouvons, à la page 252 et sur la planche 58, un brevet d'importation portant le n° 145, la date du 24 août 1793 et le titre « Pour des appareils dits *Fourneaux à chaudières* et pour un moyen propre à faire mouvoir les bateaux par la vapeur, délivré au sieur Barlow, des États-Unis ».

La description débute par cette phrase très significative : « L'objet de ces appareils est de présenter à l'action du feu la plus grande étendue de surface possible. Pour cela on fait passer l'eau dans des tuyaux ou cylindres et ceux-ci dans le foyer même; on le peut encore en faisant

passer la flamme du foyer à travers de petits tuyaux répandus dans l'eau à chauffer. »

Sur la planche est représentée une chaudière en forme de paralélli-pipède ayant le foyer à l'intérieur enveloppé d'une double paroi contenant de l'eau, deux côtés opposés de cette double paroi étant réunis par une quantité de tubes horizontaux contenant de l'eau et placés au-dessous de la grille.

Il est impossible de ne pas voir indiqué très nettement, dans la phrase que nous venons de citer, le principe des deux systèmes de chaudières employés actuellement dans la navigation à vapeur, la chaudière avec l'eau dans les tubes et la chaudière avec la flamme dans les tubes, et il est curieux de voir ces deux systèmes de chaudières très explicitement proposés pour la navigation à vapeur. Le procédé propre à faire mouvoir les bateaux ne présente pas d'intérêt, étant basé sur le principe du refoulement de l'eau déjà proposé fréquemment; l'application en est faite sous la forme d'une pompe verticale mue directement par un cylindre à vapeur avec tige commune pour les deux pistons.

Qui était le Barlow titulaire de ce brevet ?

Il est peu probable que ce fût Joel Barlow, poète et écrivain américain qui vint à Paris vers l'époque indiquée par la date du brevet, et fut plus tard nommé ministre plénipotentiaire des États-Unis en France. Il fit venir Fulton à Paris, en 1796, pour y proposer son système de canaux et l'appuya toujours de ses conseils et de sa bourse dans ses diverses tentatives faites en France. Comme il s'agit d'un brevet d'importation et qu'une législation sur ce sujet existait déjà aux États-Unis en 1793, il est probable qu'il y a eu une patente américaine et qu'on pourrait trouver dans cette patente quelque indication sur l'inventeur. Il nous suffit de signaler le fait.

On a souvent revendiqué en faveur de Charles Dallery l'invention de la chaudière tubulaire. Son brevet est postérieur de dix ans au précédent, sa date étant du 29 mars 1803. Mais il s'est passé au sujet de ce brevet une chose très singulière. Dans le même volume II de la publication des brevets se trouve, à la page 206, c'est-à-dire 46 pages avant celle où est décrit le brevet Barlow, la mention suivante : 158, 29 mars 1803, brevet d'invention de cinq ans pour l'invention d'un *mobile perfectionné*, appliqué *aux voies de transport* par terre et par mer, au sieur Dallery, à Paris. Il n'y a pas autre chose que cette simple indication.

Heureusement le hasard nous a fait trouver sur les quais une brochure intitulée : « Origine de l'hélice propulso-directeur et de la chaudière tubulaire, exposée par Chopin-Dallery (1), Paris 1855. Cette brochure contient le brevet de Dallery et divers renseignements très intéressants. On y trouve d'abord l'explication de l'absence de description après le titre du brevet dans le volume II de la publication officielle. Une première explication était d'ailleurs contenue dans l'avertissement placé en tête du volume II de la collection des brevets : « Nous n'avons fait qu'indiquer les titres de ceux dont l'objet est une conception chimérique, que l'expérience a jugée, ou une chose que tout le monde connait ou que personne aujourd'hui n'aurait envie de connaitre. »

(1) Mari d'une petite-fille de Ch. Dallery.

Sans vouloir discuter ici la valeur de l'invention de Dallery, il est permis d'exprimer le regret de voir les personnes chargées de la publication des brevets s'ériger en juges de la valeur des inventions et apprécier le plus ou moins d'utilité de leur publication.

Sur la réclamation des héritiers Dallery, le texte du brevet a été publié dans le volume LIV de cette collection, avec la note suivante : « Ce brevet n'a pas été publié en son temps ; le titre seul est indiqué dans le deuxième volume ; les dessins, envoyés plus tard par l'auteur, n'étaient pas joints au dossier ; c'est pour cette raison qu'ils n'ont pas été publiés. Ils ont été retrouvés dans les archives du Conservatoire, etc. »

L'auteur de la brochure signale que cette note contient de graves erreurs ; il publie, à l'appui, une lettre du Ministre de l'Intérieur, Chaptal, accusant réception à Dallery des pièces relatives à son brevet et constatant que les formalités prescrites par les lois ont été remplies ; il donne aussi une lettre à lui adressée par le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, alors Cunin-Gridaine, en date du 17 avril 1845, contenant le passage très net qui suit : « Le brevet dont il s'agit n'avait été publié par extrait (1) dans le deuxième volume du recueil que parce que les dessins nécessaires à l'intelligence de la description avaient été égarés. Ce n'est que dans ces derniers temps que ces dessins ont été retrouvés, et l'on a cru devoir justifier le retard apporté dans cette publication en la faisant précéder d'une note qui ne m'a point été communiquée, et que je n'aurais point autorisée, puisque rien de semblable n'avait été fait jusqu'à ce jour, précisément pour prévenir les réclamations de la nature de la vôtre. »

Après avoir exposé brièvement ces faits singuliers, nous dirons en quoi consiste la partie du brevet Dallery relative à la chaudière tubulaire ; il s'agit d' « un vaisseau insubmersible et d'une voiture mus par une pompe à feu ».

« 12° On augmente la force à volonté par la division de la chaudière : on sait qu'en multipliant les surfaces, on fournit à l'action du feu plus de points en contact ; l'application de ce principe à la disposition des fourneaux a dû obtenir une quantité supérieure aux résultats de tous les procédés connus ; aussi, au lieu d'un nombre déterminé d'impulsions, j'en parcours un nombre presque indéfini.

» 13° Le nombre des fourneaux est de six ; chacun desquels a douze corps en cuivre qui contiennent l'eau à réduire en vapeur ; ces corps sont placés perpendiculairement à côté l'un de l'autre ; ils décrivent une ligne circulaire qui permet de mettre le feu au centre d'où il part pour embraser toutes les surfaces.

» 14° L'enveloppe de chaque fourneau est faite en fer battu et garnie au dedans de terre cuite ; elle a 3 pieds de haut sur 18 pouces de diamètre.

» 15° Chaque corps cylindrique contenant l'eau à réduire en vapeur a 2 pieds et demi de haut sur 4 pouces de diamètre.

» 16° Le produit de l'ébullition parvient, au moyen d'un conducteur pour chaque chaudière, à un réservoir commun auquel est adapté un autre conducteur, en forme de T renversé, qui porte la vapeur à travers

(1) Cet extrait consiste uniquement, comme nous l'avons vu, dans le numéro, le date et le titre du brevet.

diverses soupapes, aux extrémités supérieures des cylindres de la pompe. »

Voilà tout ce qui est relatif au générateur et qu'on présente comme titre de Dallery à l'invention de la chaudière tubulaire. Nous ne parlerons pas des autres parties du brevet qui sont étrangères à la question. Le dessin représente un certain nombre de tubes verticaux placés autour d'un foyer et communiquant chacun par un tube plus petit placé à la partie supérieure avec un collecteur de vapeur en communication avec le cylindre de la machine.

Chopin-Dallery présenta en 1844 à l'Académie des Sciences un mémoire dans le but de revendiquer en faveur de Dallery l'invention de l'hélice, de la chaudière tubulaire et de divers autres perfectionnements dont l'un ne manque pas d'intérêt, c'est l'emploi d'une spirale dans la cheminée pour créer un tirage artificiel, ce qui a reçu depuis plusieurs applications. Un rapport adressé à l'Académie dans la séance du 17 mars 1845 par une Commission composeé d'Arago, Dupin, Poncelet et Morin, rapporteur, reconnait que : « La chaudière de la machine se composait de tubes bouilleurs verticaux remplis d'eau et communiquant par la partie supérieure avec un réservoir de vapeur ; elle présente, sous ce rapport, beaucoup d'analogie avec des inventions plus récentes. Il résulte, pour vos commissaires, la preuve que, dès l'année 1803, M. Dallery avait proposé : 1° l'emploi des chaudières à bouilleurs verticaux communiquant avec un réservoir à vapeur, etc.

» En conséquence, ils vous proposent de reconnaître l'exactitude de la réclamation qui a été adressée à ce sujet à l'Académie par M. Chopin, gendre de feu M. Dallery. »

Les conclusions de ce rapport ont été adoptées.

L'auteur de la brochure s'empresse de déclarer « que, d'après les conclusions de la Commission, adoptées par l'Académie, c'est un fait acquis à l'histoire de la machine à vapeur que, dès l'année 1803, l'ingénieur Dallery avait imaginé la chaudière tubulaire sans laquelle il n'y aurait pas aujourd'hui une seule locomotive ni en France ni dans les deux mondes ».

On a vu que le rapport de l'Académie ne dit pas un mot de la *chaudière tubulaire,* mais parle seulement de la chaudière à bouilleurs verticaux, ce qui n'est pas du tout la même chose; mais comme ce rapport déclare exacte la reclamation adressée par Chopin-Dallery qui parle, lui, de la chaudière tubulaire, on comprend jusqu'à un certain point que nombre d'auteurs aient conclu à la paternité de Dallery pour ce genre de générateur. Or, dans tout cela, aucune allusion n'est faite au brevet de Barlow, qui n'est pourtant qu'à 42 pages de distance, dans le même volume, du brevet de Dallery ou plutôt du titre de ce brevet.

La brochure dont nous parlons contient un grand nombre d'extraits de la presse scientifique parisienne et départementale, déclarant à l'envie, dans les termes les plus élogieux, souvent dithyrambiques, que Dallery est « l'inventeur de la *chaudière tubulaire,* invention qui demandait du génie, car le problème se posait ainsi : augmenter la surface de chauffe en diminuant le volume de la chaudière, invention capitale, puisqu'elle était la condition *sine qua non* du transport par les chemins de fer. »

Au premier rang de ces écrivains était Victor Meunier, dont nous

croyons devoir reproduire ici la conclusion, énoncée sous forme d'une comparaison entre Marc Seguin et Charles Dallery : « Il n'entrera dans la pensée de personne d'accuser M. Seguin de plagiat; tout le monde l'admire et le respecte, et Charles Dallery n'a pas besoin pour paraître grand qu'on rapetisse ses rivaux, mais enfin, devant l'Histoire, les comptes réciproques de ces deux grands Ingénieurs doivent être réglés conformément au principe suivant, posé par M. Arago, et qui fait autorité en jurisprudence scientifique : « Dans les arts, comme dans les » sciences, le dernier venu est censé avoir eu connaissance de ses de- » vanciers. Toute déclaration négative à cet égard est sans valeur. » *(Notice sur les machines à vapeur.)*

« Nous maintenons donc que l'inventeur de la chaudière tubulaire est M. Dallery, et nous reconnaissons que M. Seguin est l'inventeur de cette espèce particulière de chaudière tubulaire qui a été employée jusqu'ici dans la locomotion à vapeur terrestre et maritime. »

On voit, d'après ce qui précède, que cette conclusion ne saurait être admise, en ce qui concerne la chaudière tubulaire en général, dont on ne pourrait, en tout cas, attribuer à Dallery qu'une forme particulière, le générateur à bouilleurs verticaux, le seul décrit dans son brevet et le seul dont parle le rapport à l'Académie des Sciences.

D'autre part, s'il est infiniment probable que Dallery n'a pu avoir connaissance du brevet de Barlow, à une époque où la publication de ces documents n'existait pas, il est moins naturel que personne, parmi les nombreux savants et écrivains qui se sont occupés de ces questions, ne se soit douté de l'existence de ce brevet dont, si on admet la théorie d'Arago, il est impossible de ne pas tenir compte maintenant dans l'histoire de la chaudière tubulaire. Leur excuse est, évidemment, dans le fait que le titre du brevet « Fourneaux à chaudières » ne donne qu'une idée assez vague de la nature de l'invention.

Nous avions communiqué ces faits à plusieurs de nos Collègues qui les ont trouvés assez intéressants pour nous engager à les publier dans nos chroniques.

Nous ne saurions trop répéter que nous nous sommes proposé, par cette publication, simplement de fournir une nouvelle contribution à l'histoire de la chaudière tubulaire, et nullement de trancher la question de son origine, question extrêmement délicate. On sait qu'on a trouvé des faits encore antérieurs à l'époque du brevet de Barlow; ainsi les Anglais citent une chaudière de Blakey, patentée en 1766 et composée de trois tubes communiquant ensemble et placés en zigzag dans un fourneau. On a même trouvé, dans des ustensiles culinaires provenant des fouilles de Pompéi, une certaine analogie avec les chaudières à tubes d'eau.

Pompes d'alimentation à fonctionnement économique. — Nous avons eu plusieurs fois l'occasion de signaler la dépense exagérée de vapeur des machines auxiliaires des grands moteurs et, notamment, des petites pompes à vapeur, dont une des applications principales est l'alimentation des chaudières. Cette situation d'infériorité n'est pourtant pas sans remède, et nous trouvons des renseignements

intéressants sur la question dans une communication de M. Meriam Wheeler à la Society of Naval Architects and Marine Engineers.

L'auteur insiste sur l'importance qu'a la réduction générale de la consommation de combustible à bord des navires, relativement au rayon d'action de ces navires. On a constaté que, dans des conditions favorables, lors des essais à toute puissance des navires de guerre des États-Unis, les pompes d'alimentation ont absorbé, en moyenne, 1/2 0/0 de la puissance développée par les machines principales. En présence d'une proportion si peu négligeable, on doit se préoccuper de la consommation de vapeur de ces pompes.

Il a été fait récemment, en Angleterre, des essais sur un modèle de pompe à vapeur fournie à l'Amirauté anglaise, qui a donné des résultats remarquables à ce point de vue.

Les pompes doubles, employées par la marine des États-Unis, consomment, en moyenne, 55 *kg* de vapeur par cheval indiqué. Sur le *Minneapolis*, on a trouvé un minimum de 42 *kg* et un maximum de 91 *kg*. Or, les nouvelles machines d'alimentation ne dépensent que 23,5 *kg*, ce qui, pour les dimensions relativement réduites de ces appareils, est un très bon résultat.

Les essais dont il s'agit ont été faits aux ateliers des constructeurs, MM. William et Robinson, à Rugby.

Les appareils se composent de deux machines accouplées, composées chacune d'un cylindre à vapeur vertical actionnant directement une pompe à simple effet. Un des cylindres est le cylindre à haute pression et l'autre le cylindre à basse pression, d'un appareil compound. Le premier a 0,152 *m*, le second 0,228 *m* de diamètre; les pistons des pompes ont 89 *mm* de diamètre et la course commune est de 0,204 *m*.

La distribution s'opère, dans chaque cylindre, par un mécanisme spécial actionné au moyen d'un balancier à bras inégaux par la tige commune des pistons à vapeur et à eau de chaque pompe; elle comporte un tiroir oscillant et un piston auxiliaire, qui démasque en temps convenable les orifices d'admission et d'échappement.

On a d'abord fait fonctionner l'appareil complet comme machine compound, puis on fait fonctionner seule la partie formée du cylindre à haute pression.

Voici les résultats obtenus dans les deux cas :

	Compound.	Simple.
Durée des essais en minutes	20,55	28,35
Nombre de doubles courses par minute	40	54
Longueur moyenne de la course en mètres . .	0,205	0,205
Pression initiale de la vapeur en kilogr. . . .	8,00	4,80
Pression moyenne au petit cylindre en kilogr.	4,12	4,42
— — grand — —	2,15	»
Travail développé sur le petit piston en chevaux.	2.54	3,96
— — grand — —	3,07	»
Travail total . . . . —	5,61	3,96
Poids de vapeur dépensé par heure en kilogr.	132	168
Poids de vapeur dépensé par heure et par cheval indiqué en kilogr.	23,5	42,3

On voit que la pompe, avec le fonctionnement à double expansion, n'a dépensé que 23,5 *kg* de vapeur par cheval indiqué, alors que la consommation de la machine, fonctionnant à simple expansion, a été de 42,3 *kg*, soit tout près du double. On aurait encore obtenu des chiffres plus favorables avec une pompe de dimensions plus considérables. Il est certain qu'un appareil de ce genre peut économiser son poids de charbon par vingt-quatre heures.

Si on prend le cas d'un très grand transatlantique développant, par exemple, 30 000 *ch* indiqués, l'emploi de pompes alimentaires perfectionnées du genre de celles que nous venons de signaler donnera, pour une traversée de 5 jours et demi, une économie de 77 *t* de combustible par rapport aux systèmes généralement en usage actuellement. Cette économie représente une assez belle somme en argent, mais elle correspond surtout à un emplacement équivalent qu'on peut utiliser pour une charge payante, de sorte qu'on réalise un double bénéfice.

Il est singulier qu'alors qu'on se préoccupait de réduire au minimum par tous les moyens la consommation des machines principales, on ait apporté si peu d'attention jusqu'ici à celle des divers appareils auxiliaires dont la somme finit par acquérir une importance très réelle.

La première locomotive en Allemagne. — Nous trouvons dans l'*Oesterreichische Eisenbahn-Zeitung*, qui dit l'avoir emprunté au *Bergmannsfreund*, un article assez curieux sur la première locomotive construite en Allemagne. Nous en donnons ci-après un résumé succinct.

Ce fut en 1815, immédiatement après la paix, que fut établi le premier chemin de fer en Allemagne pour le service des mines de la Sarre. Alors les voies d'eau étaient le seul moyen de transport pour les marchandises pesantes, et les houilles de la Sarre se rendaient sur les lieux de consommation par la Sarre, la Moselle et le Rhin. Le développement des premiers chemins de fer en Angleterre engagea le gouvernement prussien, propriétaire de mines très importantes dans cette région, à établir une voie ferrée de 2 1/2 *km* de longueur entre la mine Bauernwald et la Sarre, avec l'intention de la faire exploiter par une locomotive. On voulait d'abord commander cette machine en Angleterre; mais le prix élevé que demandaient les constructeurs de ce pays et le désir de faire profiter l'industrie nationale de ces travaux firent que la machine fut commandée à la Fonderie Royale de Berlin. On sait que, dans les premières locomotives, la fonte jouait un grand rôle, puisque même la chaudière était faite avec cette matière.

On se mit immédiatement à l'œuvre, mais il paraît que les choses n'allèrent pas aussi vite qu'on l'espérait, car ce n'est qu'en 1818 que la locomotive fut achevée. On l'essaya dans la cour de la fonderie et elle y remorqua, en marchant dans un sens ou dans l'autre, un wagon contenant une charge de 8 000 livres formée de bombes. La vue de cette machine excita, dit-on, une grande curiosité. Ce n'était pas le tout, il fallait encore transporter la machine à l'endroit où elle devait fonctionner; on la démonta et on en emballa les pièces dans huit grandes caisses pesant en tout 175 quintaux, soit près de 9 000 *kg*.

Pour la transporter de Berlin à Geislautern, distance de 750 *km*, qui demanderait aujourd'hui 24 heures, on dut passer par la Sprée, le Havel et l'Elbe jusqu'à Hambourg, puis prendre la mer du Nord jusqu'à Amsterdam, le Rhin, la Moselle et la Sarre, soit un parcours de plus de 1 700 *km*, qui demanda quatre mois et demi. L'article dit que le transport fut fait par un navire français ; il n'explique pas si c'est le trajet total, ce qui paraît difficile, ou si c'est un trajet partiel. Quoi qu'il en soit, la machine arriva à Geislautern au printemps de 1819. On eut beaucoup de difficulté à mettre d'accord la locomotive et la voie qui avaient été faites toutes les deux indépendamment et sans préoccupation d'harmonie, mais la plus grosse difficulté fut celle d'assurer l'étanchéité des parties contenant l'eau et la vapeur, étanchéité qui laissait, parait-il, singulièrement à désirer.

On épuisa tous les moyens en usage à l'époque et que la note énumère avec complaisance : huile, étoupes, mastic, toile, vinaigre, farine, sang de bœuf, fromage, etc., sans arriver à un résultat satisfaisant. Il y avait un échange continuel de correspondances entre Berlin et la Sarre. La mine se plaignait de ne pas pouvoir faire marcher la locomotive ; la fonderie répondait toujours que cette même locomotive avait remorqué 8 000 livres de bombes. Enfin, après qu'on eut dépensé en tentatives inutiles 1 969 thalers, soit 7 370 *f*, la machine fut mise de côté sans qu'elle eût jamais remorqué un wagon sur le chemin de fer. Elle fut oubliée jusqu'en 1833 où elle fut vendue à la ferraille pour 333 thalers, 1 260 *f*; elle avait coûté d'établissement 3 167 thalers, 11 880 *f*, sans compter les réparations dont nous venons de parler.

Un fait curieux est que l'année 1833 où fut démolie cette machine est celle de l'ouverture du premier chemin de fer établi en Allemagne pour le transport public des voyageurs et des marchandises, la ligne de Nüremberg à Fürth.

Le nouveau paquebot *Oceanic*. — Le 14 janvier de cette année a été mis à l'eau des chantiers Harland et Wolff, à Belfast, le nouveau paquebot *Oceanic*, construit pour la ligne *White Star*. Ce paquebot dont nous avons dit quelques mots dans la Chronique de juillet 1897, page 101, est aujourd'hui le plus grand navire à flot et il dépasse comme dimensions le *Great Eastern* qui n'existe plus. Nous nous bornerons aujourd'hui à donner les dimensions principales de ce navire comparées à celles des plus grands paquebots en service (voir tableau page 90).

L'appareil moteur se compose de deux machines, une pour chaque hélice, chacune à quatre cylindres et à quatre manivelles. On voit sur le tableau que les cylindres ont des diamètres un peu inférieurs à ceux du *Campania* et du *Kaiser Wilhelm der Grosse*, mais la course est plus grande ; elle a la valeur très élevée de 6 pieds anglais et la pression est également plus forte que dans les deux autres paquebots.

A l'époque où l'article que nous avons mentionné avait été écrit, la Compagnie *White Star* paraissait disposée à faire de l'*Oceanic* un paquebot doué d'une vitesse supérieure au maximum réalisé jusque-là, soit 23 nœuds au moins. Il fallait une puissance de 40 000 *ch*. Toutes réflexions faites, la Compagnie a cru préférable de créer un bateau

d'une vitesse non extraordinaire, 20 nœuds par exemple, pouvant aller au maximum à 21, mais particulièrement confortable et d'un service essentiellement régulier, arrivant, quelque temps qu'il fasse, à heure fixe. Une autre considération était qu'un paquebot de cette nature pourrait jouer le rôle de croiseur auxiliaire, en temps de guerre, avec

*Tableau des dimensions principales de l'*Oceanic *comparées à celles des principaux paquebots en service.*

	Great-Eastern	*Campania.*	*Kaiser Wilhelm der Grosse*	*Oceanic*
Année	1858	1893	1897	1899
Longueur . . . . *m*	207,50	189,70	197,90	214,70
Largeur. . . . . *m*	22,50	19,90	20,10	20,70
Creux. . . . . *m*	17,70	12,70	13,10	14,95
Tirant d'eau. . . . . *m*	7,80	7,50	8,50	9,65
Déplacement. . . . . *tx*	30 000	18 000	20 500	30 100
Vitesse . . . . nœuds	14	21,5	22,5	20,5
Nombre, diamètre et course des pistons (1). . . . . . *m*	4 (1,88×4,27) 4 (2,13×1,22) »	2 (0,94×1,753) 1(2,042×1,753) 2(2,489×1,753)	1 (1,32×1,75) 1 (2,28×1,75) 2 (2,45×1,75)	1(1,206×1,83) 1(1,882×1,83) 2(2,362×1,83)
Pression	1,75	11,70	12,50	13,60
Propulseur	2 R. 1H	2 H	2 H	2 H

un rayon d'action tout à fait supérieur, grâce à l'énorme quantité de charbon qu'il pourrait embarquer, ce qui n'eût pas été du tout le cas avec un bateau à vitesse extra-considérable. C'est pour cela que l'appareil-moteur n'aura qu'une puissance égale à celle du *Kaiser Wilhelm der Grosse*, soit 28000 *ch* environ, ce qui ne peut lui assurer qu'une vitesse inférieure à celle du paquebot allemand, ses dimensions à lui, *Oceanic*, étant supérieures.

Les tramways à câble dans la Grande-Bretagne. — On serait porté à croire qu'en présence du développement des tramways électriques, la traction par câble est actuellement abandonnée. Il n'en est rien, si on en juge par une statistique des tramways à câble existant dans la *Grande-Bretagne*, statistique que nous trouvons dans les *Mittheilungen des Vereins für die Forderung des Local-und Strassenbahnwesens*, et dont nous extrayons quelques chiffres :

Il y a, actuellement, en service ou en construction, 8 lignes de tramways à traction par câble qui se trouvent à Birmingham, dans l'ile de Man, à Edimbourg, à Glasgow, à Londres et à Matlock. La longueur totale de ces lignes est de 56 108 *m* ; la plus longue est à Edimbourg, elle a 25 744 *m* ; la plus courte est à Matlock, elle n'a que 998 *m*.

(1) Pour les trois derniers navires, les nombres de cylindres indiqués sont ceux d'une machine.

L'écartement des rails de ces lignes varie considérablement, depuis la voie normale de 1,435 *m* à la voie de 3 pieds, 0,915 *m*.

La déclivité maxima est de 20 0/0, elle se rencontre à Matlock.

La puissance totale des machines fixes qui actionnent les câbles est de 7 450 *ch*.

Le maximum est à Glasgow, où se trouvent des machines de 3 000 *ch*, et le minimum à Londres, au tramway de Highgate, où il n'y a qu'une puissance de 50 *ch*.

Enfin, l'installation la plus ancienne est celle d'Highgate, faite en 1884, et les plus récentes, celles de Glasgow, établies en 1896, et d'Edimbourg, actuellement en construction.

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

DÉCEMBRE 1898.

Rapport de M. E. POLONCEAU sur l'ouvrage de M. Arthur NOUVELLE, intitulé : **Le fusil de chasse, son origine, ses transformations, sa situation actuelle.**

Il nous serait difficile de donner un compte rendu du rapport de M. Polonceau, rapport qui est lui-même un compte rendu analytique ; nous préférons engager ceux de nos Collègues qui s'intéressent à la question des armes de chasse à lire le rapport de notre ancien Président; ils y trouveront des renseignements intéressants et des appréciations très remarquables sur ce sujet.

Rapport de M. IMBS sur **les tendeurs dynamométriques des courroies** de M. L. SIMON.

On emploie pour coudre ou fermer une courroie sur ses poulies, des tendeurs formés de machines qui serrent les deux bouts de la courroie, et qu'une ou plusieurs vis de rappel rapprochent pour qu'on puisse faire la jonction. M. L. Simon a eu l'heureuse idée d'interposer dans le système un ressort à boudin formant dynamomètre et permettant d'apprécier la tension qu'on donne à la courroie. On évite, par l'emploi de cet appareil, de donner aux courroies des tensions exagérées qui font absorber inutilement un excès de puissance par les transmissions.

Nous renverrons pour plus de détails à la communication faite sur ce sujet par M. A. LAVEZZARI dans la séance du 21 octobre 1898 de notre Société.

Rapport de M. H. ROUART sur un **ventilateur brise-vent** de M. le commandant PERRINON.

Cet appareil est destiné à améliorer le tirage des cheminées; il est formé d'une serie de troncs de cône placés au-dessus les uns des autres et par la présence desquels le vent, en se réfléchissant, agit dans une certaine mesure pour provoquer l'appel de la fumée. Cet appareil est très simple, il peut être fait en poterie ou en métal et ne comporte aucun mécanisme.

Rapport de M. Ach. LIVACHE sur une note de MM. BAPST et HAMET, intitulée : **Modifications apportées à la vulcanisation au soufre.**

Cette modification consiste principalement à chauffer à la vapeur, au lieu de le faire à feu nu, les chaudières en fonte contenant le soufre

avec lequel on opère la vulcanisation du caoutchouc. Cette substitution, qui semble bien naturelle, n'avait, paraît-il, pas encore été effectuée d'une manière pratique et suivie.

Sur **les résinates et oléates métalliques** employés comme siccatifs, par M. Ach. Livache.

C'est une revue des travaux les plus récents dans la question des siccatifs destinés à activer la siccativité de l'huile de lin. Ceux de ces siccatifs qui donnent les meilleurs résultats sont les résinates et oléates métalliques et, en particulier, ceux de plomb et de manganèse, qui ont été l'objet de travaux récents, notamment de la part de MM. Amsel, Bottler, Lipper, Weger, etc.

Note sur **le transport électrique de la force motrice** à domicile dans la région de Saint-Étienne, par M. Ed. Simon.

L'auteur rappelle les renseignements donnés par nos Collègues, MM. Dumont et Baignères, sur la distribution électrique de force motrice à Saint-Étienne, dans le Bulletin d'octobre 1897 de notre Société, et présente d'intéressants développements sur l'emploi de la force ainsi distribuée pour la mise en marche des métiers à rubans. Il y a là une application très importante et très utile. M. Simon indique les précautions prises contre les accidents et reproduit un certain nombre de documents relatifs à l'organisation et à la mise enœuvre de la distribution de force.

La télégraphie hertzienne sans fil, par M. E. Ducretet.

La note donne quelques explications sur les oscillations électriques rapides découvertes et étudiées par Hertz, en 1887, et les actions inductrices auxquelles elles donnent lieu, et expose l'application de ces ondes à la télégraphie sans fil dont un des organes les plus importants est le tube à limaille de M. Branly; cet organe, qui est un révélateur extrêmement sensible, même à grande distance, des courants induits, remplace les résonateurs de Hertz.

M. Ducretet décrit ensuite les appareils qu'il a créés, savoir : les transmetteurs et récepteurs, et donne quelques indications sur les résultats obtenus jusqu'ici et qui sont déjà très remarquables. Pour ne parler que de ce qui s'est fait à Paris, on a pu communiquer très facilement entre la tour Eiffel et le Panthéon, sur une distance d'environ 4 *km*, sur laquelle se trouvent interposées beaucoup de constructions élevées.

Sur **les propriétés de l'aluminium**, par M. A. Ditte. *(Comptes rendus de l'Académie.)*

Il s'agit des réactions chimiques exercées sur l'aluminium par les divers agents et qui rendent ce métal peu propre à certaines applications.

Influence des armatures métalliques sur les propriétés des bétons et mortiers, par M. Considère. *(Comptes rendus de l'Académie.)*

L'auteur a fait, sur les bétons armés, des expériences qui tendraient à prouver, point d'une très grande importance en pratique, que le mor-

tier possède cette propriété de pouvoir, quand il est armé de fer, supporter des allongements vingt fois plus grands que ceux qui déterminent sa rupture dans les essais usuels de traction. Il se propose de donner l'explication de ce fait dans une note prochaine.

Notes de mécanique.

Nous trouvons dans ces notes : la description de la machine à mouler de Harper et Grohmann, de la machine à mouler de Doolittle, du remontoir Thim, une note sur la mesure électrique des très hautes pressions, d'après A. F. Palmer, la description des machines soufflantes des forges du Hornadthaler, à Krompach, et une note sur l'isochronisme pratique des régulateurs, par M. L. Lecornu.

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

Troisième trimestre de 1898 (suite).

Étanchement du canal de la Marne au Rhin. — Première partie comprise entre Rolampont et le bief de partage, par M. Gustave Cadart, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Les portions en remblais de cette partie du canal ont donné lieu à des fuites, ces remblais étant généralement composés de débris de roches calcaires ou marneuses et n'ayant pas été recouverts d'une couche suffisante de bonne terre bien damée. Deux points ont donné lieu à des opérations importantes d'étanchement qui font l'objet de cette note. On a opéré par des corrois en bonne terre de 1 *m* d'épaisseur, exécutés au rouleau, avec interposition sous ces corrois d'une couche filtrante de 0.20 *m* d'épaisseur, dont le rôle est d'assurer la conservation du corroi en opposant un obstacle à l'entraînement des particules de terre délayées par le passage des eaux. Ces corrois ont coûté, mis en place, de 2 *f* à 2,40 *f* le mètre cube.

Étanchement du canal de la Marne au Rhin. — Deuxième partie comprise entre Rolampont et Chaumont, par M. Moissenet, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Cette partie du canal avait été exécutée dans les alluvions, et il n'avait été fait ni bétonnage dans les tranchées rocheuses, ni corrois au rouleau dans une mesure suffisante.

On a employé pour opérer l'étanchement divers procédés dont on trouvera la description dans la note : corrois, étanchements au sable, à la sciure ou à l'eau trouble, bétonnages, etc.

Les résultats obtenus peuvent être appréciés par ce fait que les pertes qui, avant l'exécution du bétonnage, atteignaient 643 600 m^3 par vingt-quatre heures, n'étaient plus, après l'achèvement des travaux, que de 141 000, soit 3,9 m^3 par vingt-quatre heures et par mètre courant, au lieu de dix-huit.

Les chaudières à tubes d'eau, par M. G. HUMBERT, Ingénieur des Ponts et Chaussées, secrétaire de la Commission d'examen des mécaniciens de la marine marchande.

L'auteur, après avoir exposé les raisons qui font préférer les chaudières à tubes d'eau pour certaines applications, adopte la classification donnée par M. Bertin de ces chaudières en trois classes : 1° les chaudières à circulation limitée, telles que le type Belleville ; 2° les chaudières à circulation libre, telles que celles des systèmes Oriolle, Lagrafel et d'Allest, Niclausse, etc., et 3° les chaudières à circulation accélérée, telles que les modèles de Du Temple, Normand, Thornycroft, etc. Il passe en revue ces divers types, discute les avantages et les inconvénients des chaudières à tubes d'eau et conclut que, si ces générateurs exigent pour leur conduite une grande vigilance, cet inconvénient est bien faible en présence de leurs avantages, notamment au point de vue de l'emploi des pressions élevées, de la sécurité, de la réduction des poids et de l'emplacement, etc.

(A suivre.)

ANNALES DES MINES

11e livraison de 1898.

La grève des ouvriers mineurs du Pays de Galles, en 1898, par M. LEPROUX, Ingénieur des Mines.

Cette grève a éclaté en avril 1898 ; elle a englobé de 80 000 à 100 000 houilleurs et a duré jusqu'au 1er septembre. On trouvera rapporté en détail dans la note ce qui concerne les causes de cette grève, ses péripéties et les enseignements qu'on peut en retirer. La conclusion de l'auteur est que cette grève a clairement démontré le vice capital du système de l'échelle mobile. Certes la détermination automatique des salaires par le prix de vente est un système séduisant en théorie. Il semble supprimer toute cause de conflit, et on peut croire que l'accord une fois établi et sanctionné par une longue pratique, il ne peut plus y avoir à craindre que des difficultés peu sérieuses. La grève du Pays de Galles a prouvé, une fois de plus, qu'il est illusoire de vouloir trancher *a priori*, et pour une longue durée, les difficultés entre patrons et ouvriers par une convention une fois faite et fonctionnant mécaniquement.

Note sur **l'industrie minérale au Japon,** par M. P. JORDAN, Ingénieur des Mines.

La note passe successivement en revue les divers produits de l'industrie minérale au Japon : d'abord la houille, dont l'importance s'est élevée, en 1895, au chiffre de 4 700 000 *t* dont 1 890 000 *t* s'exportant, mais il ne faut pas croire que la différence est la consommation intérieure ; il faut tenir compte de l'importation étrangère qui a atteint, pour la même année, 70 000 *t* ; puis vient le cuivre, qui est le produit le plus

important après la houille, production, en 1893, de 18 000 *t* dont 15000 exportées; ensuite l'antimoine, le fer dont la production comprend, pour 1894, les chiffres de 15 700 *t* de fonte, 4 000 de fer et 932 *t* d'acier; presque tout le fer employé au Japon vient d'Europe, surtout d'Angleterre et de Belgique.

L'argent figure en 1894 pour 60000 *kg*, l'or, en 1895, pour 631 *kg*. La production de pétrole a été, en 1893, de 12 millions de litres ; enfin le Japon produit un peu de soufre provenant de solfatares et qui est à peu près en totalité exporté aux États-Unis.

Note sur **la convergence des essieux** dans les voitures à grand écartement d'essieux de la Compagnie d'Orléans, par M. E. Polonceau, Ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie d'Orléans.

Des expériences ont été faites sur une voiture munie d'une suspension à menottes ayant 7,20 *m* d'écartement d'essieux, avec 10 *mm* de jeu de chaque côté des boites d'essieux dans les plaques de garde. Des appareils spéciaux avaient été montés sur la voiture pour relever les déplacements des essieux. Cette voiture a circulé entre Paris et Clermont où on trouve des courbes descendant à des rayons de 250 *m*.

La note conclut que la résistance par tonne, en palier, avec ces dispositions, est plutôt inférieure aux résistances trouvées pour le matériel à bogie. Avec les jeux indiqués, les essieux sont très suffisamment convergents pour qu'il n'y ait, en pratique, aucun inconvénient à adopter des écartements d'essieux de 7,20 *m*. Il serait même possible de porter l'écartement des essieux à 8,20 *m*, à la seule condition de porter le jeu longitudinal des boites dans les plaques de garde à 15 *mm* de chaque côté, soit 30 *mm* en tout.

SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

Décembre 1898.

Réunions de Saint-Étienne.

Séance du 10 décembre 1898.

Communication de M. Maurice sur l'**appareil contrôleur de vitesse,** système P. Dumas.

L'appareil dont il s'agit ici a des fonctions plus complexes que les enregistreurs de vitesse ordinaires. Ainsi, il indique et enregistre d'une manière continue :

1° Le chemin total parcouru dans un temps donné, s'il s'agit d'une locomotive, ou le nombre total de tours effectués dans un temps donné, s'il s'agit d'une machine fixe;

2° Le sens de la marche, s'il s'agit d'une machine pouvant fonctionner dans les deux sens;

3° La vitesse de la machine à l'instant considéré, estimée en kilomètres à l'heure ou en tours par minute, inscrite par une aiguille qui se déplace sur un cadran;

4° L'heure à laquelle se produisent les divers phénomènes enregistrés par les trois diagrammes tracés sur une bande de papier qui se déroule avec une vitesse uniforme.

Nous ne saurions donner une idée de la disposition de cet appareil sans le secours des figures qui accompagnent la communication.

Communication de M. de Rey-Pailhade, sur **l'application du système décimal à la mesure du temps et des angles.**

L'auteur, après avoir insisté sur les avantages que présente la division du jour et de la circonférence en 100 parties égales, elles-mêmes subdivisées décimalement, donne des exemples de l'application pratique de ce système et montre divers instruments, montre, boussole et sextant avec la division décimale.

Communication de M. Grand'Eury, sur **les lignites de la Savoie.**

Ces lignites, qui existent sur une assez grande étendue, sont exploités à la Creuse à proximité de la ligne du Mont-Cenis. On emploie surtout ces lignites à l'état d'agglomérés préparés à l'usine de Voglans.

Communication de M. Mayençon sur **une propriété curieuse de l'aluminium.**

L'aluminium est attaqué par certains composés du mercure, tels que chlorure, iodure et fulminate; de l'alumine est mise en liberté et, cette alumine, mouillée d'eau, parait oxyder certains métaux, tels que le fer et le cuivre.

District de Bourgogne.

Réunion du 23 octobre 1898.

Communication de M. Perroy sur **les tambours cylindriques à bras tangents** pour machines d'extraction.

Un tambour de ce genre, dont l'idée procède de la disposition des roues de bicyclette, a été construit l'année dernière aux mines de Blanzy. Les résultats ont été très bons. Le poids est notablement réduit par rapport au système ordinaire, 2 500 *kg* de moins par tambour, soit 5 000 *kg* pour les deux.

Communication de M. L. Goichot sur **l'installation électrique des mines de Blanzy.**

Cette installation comprend une station centrale avec trois groupe d'alternateurs, deux de 300 *ch* et un de 700 *ch;* six chaudières Mac-Nicoll, et des machines Willans tournant a 350 tours et commandant directement par des manchons, genre Raffard, des machines Thury à enroulements fixes.

La force transmise est employée au trainage par chaine du puits Saint-François, à la mise en mouvement d'une pompe d'épuisement à l'étage de 257 *m* du puits du Magny, un ventilateur Mortier débitant 6 m^3 par seconde, un trainage mécanique par corde tête et corde queue au puits du Magny et divers moteurs de moindre importance pour un tissage, l'exploitation d'une carrière, etc.

Il y a en outre un éclairage électrique comprenant de nombreuses lampes à arc et à incandescence.

Communication de M. Graillot sur **les lavoirs Humbolt pour agglomérés.**

Les lavoirs installés aux mines de Blanzy étant devenus insuffisants par suite du développement constant de l'extraction, on a dû en installer un nouveau qui comprend une grande noria élevant 80 *t* à l'heure qui verse le charbon dans un trommel à spirales système Humboldt qui le divise en trois grosseurs dont chacune passe dans des lavoirs à piston et passe de là dans des tours d'égouttage et d'emmagasinage.

Les schistes sont relavés; les eaux de lavage formant un circuit complet sont mises en mouvement par des pompes ou des pulsomètres et filtrées avant de retourner à ces appareils; il n'y a à renouveler qu'une partie de ces eaux, partie qu'on peut évaluer à 250 *l* par minute.

Note de M. Graillot sur **un treuil électrique** réduisant d'un seul coup la vitesse de 1 000 à 25 tours par minute.

Cette réduction dans le rapport de 40 à 1 s'opère par une transmission à vis sans fin.

La vis, commandée par la dynamo, a un seul filet et trempe dans l'huile; elle agit sur une roue dont les dents, au nombre de 40, sont formées de galets montés sur des axes; l'axe de la vis est muni d'un manchon limitateur de force pour éviter les ruptures au cas où la chaine du treuil s'accrocherait à un obstacle.

Visite aux puits Maugrand.

Les puits Maugrand étaient deux très anciens puits qui ont été transformés en 1895 pour les mettre à la hauteur des besoins de l'extraction.

Ils ont été élargis et on leur a donné une section ovale de 2,80 × 2,10 *m*. L'un a 405 *m* l'autre 525 *m* de profondeur.

La machine d'extraction a deux cylindres de 0,80 × 2 *m* et développe 366 *ch* avec 7 *kg* de pression. Les câbles en fil d'acier, ont une section circulaire; ils s'enroulent sur des tambours cylindriques de 6 *m* de diamètre. Le guidage s'effectue par des rails Vignoles de 30 *kg*. Le puits peut extraire plus de 200 chariots de charbon dans une heure.

District de Paris.

Séance du 21 novembre 1898.

Communication de M. Levat sur l'utilité de **la construction d'un réseau de voies ferrées** dans la Guyane française.

L'auteur a traité, dans les *Annales des Mines*, la question de l'exploita-

tion des placers aurifères à la Guyane, et nous avons parlé de ce rapport dans les Comptes rendus de mai, juin et octobre 1898. La communication actuelle est un développement de la partie relative à l'établissement d'un réseau de chemins de fer du rapport précédent.

Communication de M. Couriot sur **l'emploi des rayons X pour l'étude des combustibles.**

Nous nous bornerons à rappeler que notre distingué Collègue M. Couriot a exposé pour la première fois sa remarquable découverte devant notre Société dans la séance solennelle du 11 juin 1898 que M. le Président de la République honorait de sa présence. Nos Collègues connaissent le procédé par le compte rendu qui a été fait dans le procès-verbal de cette séance (Bulletin de septembre 1898 page 60).

Marche d'un four Martin perfectionné par A. Lencauchez et C. Malissart.

Il n'est donné à ce sujet qu'un tableau que nous ne pouvons reproduire et auquel nous renvoyons ceux de nos Collègues que la question intéresserait spécialement.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 1. — *7 janvier 1899.*

Machines élévatoires du Breitensée, à Vienne, par C. Budil.

Pont-route sur l'Argen, près de Langenargen.

Calcul graphique des machines à vapeur à expansion multiple, par J. Illeck.

Machine double à percer et fraiser, construite par la fabrique de machines d'Oerlikon.

Groupe de Berg. — Distribution d'eau avec clarification.

Groupe de Hanovre. — Une nouvelle membrane et ses applications (pompes et appareils de mesure).

Bibliographie. — Mathématiques élémentaires pour l'usage des Ingénieurs, par G. Holzmüller.

N° 2. — *14 janvier 1899.*

Nouvelle machine intérieure d'épuisement pour mines, par B. Gerdau.

Le moteur thermique de Diesel, par R. Diesel.

Une construction purement géométrique des valeurs π et $\sqrt{\pi}$ avec une approximation non atteinte jusqu'ici, par Ed. Bing.

Groupe d'Aix-la-Chapelle. — Les nouveaux appareils pour le contrôle de la chauffe des foyers industriels.

Groupe de Hambourg. — Essais de trempe des métaux.

N° 3. — *21 janvier 1899.*

Nouvelle machine intérieure d'épuisement pour mines, par B. Gerdau *(fin)*.

Puissance d'action des régulateurs, par F. J. Weiss.

Concours d'appareils fumivores de la ville de Paris, par C. Bach.

Voies pour tramways, par A. Birk.

Machine compound pour laminoirs, par C. Sondermann.

Groupe de la Ruhr. — Traitement des déchets des abattoirs par la vapeur à haute tension. — Le moteur Diesel.

Bibliographie. — Manuel pour fabricants, industriels, etc., par A. Bender.

N° 4. — *28 janvier 1899.*

Appareils pour le magasinage et la manutention des marchandises en grandes masses, par M. Buhle.

Fonctionnement et conditions d'établissement d'une pompe à air verticale pour condenseur sans clapet de pied.

Réservoir de la distribution d'eau des villes de Mülheim-sur-Rhin, Deutz et Kalk, par F. Thometzek.

Groupe de Bavière. — Chemin de fer de la ville de Forst.

Groupe de Dresde. — Nouvelle distribution de Collmann. — Nouvelle lampe à arc américaine de Stirn.

Groupe du Rhin inférieur. — L'acide carbonique dans les eaux de source cause de graves inconvénients pour les distributions d'eau.

Variétés. — Le cinquantenaire de la Société des Ingénieurs et Architectes d'Autriche.

Pour la Chronique et les Comptes rendus :
A. MALLET.

BIBLIOGRAPHIE

Cours de dessin industriel à l'usage des écoles primaires et primaires supérieures, etc.. par MM. E. Chevrier et Aug. Delattre, professeurs de dessin à l'École professionnelle d'Armentières (1).

Nul mode d'éducation n'est plus productif en fructueux résultats que celui qui consiste à habituer l'enfant à la réflexion et à lui rendre l'étude intéressante et attirante par l'élimination de tout travail purement machinal.

C'est seulement en le traitant en personne pensante, et non en machine à tracer des lignes ou à remplir des pages, que le maître acquiert son véritable ascendant sur son élève et parvient à s'en faire écouter avec profit.

C'est cette idée qu'ont voulu réaliser MM. E. Chevrier et Aug. Delattre, professeurs de dessin à l'École professionnelle d'Armentières, dans leur *Cours de dessin industriel.*

Ce cours est destiné à de futurs ouvriers industriels pour lesquels il est bien plus important de savoir faire un croquis rapide, à main levée, d'un organe de machine, que de pouvoir exécuter un dessin irréprochable.

Aussi, au lieu de placer sous les yeux de l'enfant des dessins tout préparés, qu'il n'a plus qu'à copier servilement et qu'il n'a pas besoin de comprendre pour reproduire, les auteurs lui donnent des modèles en relief dont l'élève doit faire de véritables relevés.

L'enfant est donc forcé d'étudier d'abord son modèle, de se rendre compte de la construction et de la raison d'être de ses différentes parties, et c'est après ce travail intellectuel que commence le travail graphique, singulièrement facilité par le premier.

Ces relevés, d'après la méthode des auteurs, doivent être faits sous forme de croquis cotés (plans, coupes, élévations), c'est-à-dire exécutés à main levée.

Ceci nous paraît excellent, car cela montre bien à l'élève que, dans cette partie du travail, l'intelligence et la compréhension du dessin doivent plus compter que sa perfection.

Le dessin au net, c'est-à-dire avec compas, té et équerres, ne vient qu'ensuite, et est fait uniquement à l'aide des croquis cotés dessinés par l'élève, le modèle lui étant enlevé.

Ce *cours* se compose donc de deux parties :

1° Une collection de modèles en relief;

2° Une brochure explicative donnant à l'enfant, pour chaque modèle, des indications sommaires sur la marche qu'il doit suivre pour bien comprendre son modèle. Cette brochure contient, en tête, des notions très élémentaires sur la géométrie descriptive, et strictement indispensables

(1) Un volume de 112 pages (prix : 4 *f*) et une collection de 30 modèles en relief (prix : 90 *f*). Paris, Librairie d'éducation moderne Édouard Cornély.

pour bien définir ce que c'est qu'un plan, une élévation, un rabattement, etc. et, à la fin, les indications ordinaires sur la manière de faire un dessin au net.

Les modèles, choisis parmi des éléments de machines ou des outils d'atelier, sont gradués simplement d'après leur difficulté, sans tenir compte de leur provenance, et l'ensemble arrive à constituer un cours d'éléments de construction de machines, car, pour chacun des modèles présentés, les auteurs indiquent rapidement à quoi il sert et comment il est employé dans les ateliers.

Ce *cours* est, comme on le voit, construit sur un plan excellent, et nous souhaitons que l'idée qui l'a fait naître soit souvent appliquée dans les diverses branches de l'enseignement.

Georges Courtois.

Éclairage, par MM. Galine et Saint-Paul (1).

Dans l'ouvrage qu'ils ont publié, MM. Galine et Saint-Paul ont passé en revue tous les systèmes d'éclairage : à l'huile, au pétrole, au gaz, à l'acétylène et à l'électricité.

La description des appareils est précédée de l'exposé du mode de fabrication de la source lumineuse et de ses propriétés.

Un chapitre est consacré aux différentes mesures photométriques et, pour terminer, les auteurs ont étudié complètement le projet d'éclairage d'une ville de 10000 âmes, au gaz d'abord, à l'électricité ensuite, ainsi que l'application de l'électricité à l'éclairage d'un appartement.

MM. Galine et Saint-Paul donnent de très utiles renseignements dans leur ouvrage, et ceux de nos collègues qui s'intéressent aux questions d'éclairage le consulteront certainement avec fruit.

G. Baignères.

Éléments d'analyse mathématique *(Cours de l'École Centrale des Arts et Manufactures)*, par M. P. Appell, membre de l'Institut (2).

Ce traité des éléments d'analyse mathématique est à la fois une œuvre de savant et une œuvre de pédagogue. M. Appell a parfaitement compris que des élèves ingénieurs sont des scientifiques dont le temps et une partie des facultés sont absorbés par l'étude des applications. Il s'est fait un large cadre des doctrines les plus utiles à leur profession et il les développe simplement, ne laissant aucun point dans le doute, éclairant tout par de très nombreux exemples. Voilà pour l'œuvre pédagogique. Le savant se révèle par la conscience scientifique avec laquelle il écrit : rarement il demande d'admettre; et, s'il le fait, c'est qu'il ne veut pas laisser de doute sur sa propre pensée, partout ailleurs, les démonstrations ont le mérite d'être simples et toujours elles sont rigoureuses.

Entrons dans quelques détails. Le thème général est : le calcul diffé-

(1) Un volume grand in-16 avec 215 figures. Prix relié 12 *f.* Vve Ch. Dunod, Paris.
(2) Grand in-8°, 720 pages. Prix cart. : 24 *f.*, chez Carré et Naud, éditeurs.

rentiel et ses applications à l'étude des courbes et des surfaces; le calcul intégral, comprenant les quadratures, l'intégration des différentielles totales, des équations du premier et du second ordre, celle des équations linéaires, l'étude des équations simultanées et des équations aux dérivées partielles.

Ce qui frappe l'attention tout d'abord, c'est le soin avec lequel l'auteur prévoit toute difficulté qui pourrait arrêter le lecteur dans l'étude des vérités ou dans les applications. Il suffit de bien suivre le texte pour eviter toute confusion et toute perte de temps. Ainsi le rôle de la variable indépendante dans les différentiations successives; le jeu des signes dans l'évaluation des aires de courbes à nœuds ou points multiples, dans celle des aires et des volumes de révolution autour d'un axe coupant la génératrice; l'ordre méthodique des intégrales multiples sont minutieusement indiqués.

L'ingéniosité des démonstrations et des exemples ne peut être que signalée ici. L'auteur a emprunté à la mécanique quelques études qui font ressortir le rôle et l'utilité de l'analyse: le calcul de la durée des oscillations du pendule; l'intégration, suivant une courbe, de la différentielle dQ de la chaleur nécessaire à une transformation; la définition de l'entropie, la courbe élastique, les propriétés des lignes de forces dans les champs de forces, etc.

Enfin, c'est avec satisfaction que l'on voit prendre place, dans les études des ingénieurs, des théories qui en avaient été éloignées. Il ne s'agit que de quelques mots, il est vrai; mais nous espérons que l'innovation est définitive pour les intégrales elliptiques, les intégrales eulériennes, les séries trigonométriques et les développements sur les équations différentielles.

Le traité des éléments d'analyse mathématique de M. Appell est un des volumes précieux de la bibliothèque d'un ingénieur.

Al. Gouilly.

Études et documents sur la construction des hôpitaux, par L. Borne, Ingénieur des Arts et Manufactures (1).

Nous avons pris connaissance avec une curiosité sympathique de cet ouvrage dû à un technicien, M. L. Borne, Ingénieur des Arts et Manufactures, et Membre de notre Société. Nous estimons que l'auteur et les éditeurs ont fait œuvre utile en publiant en ce moment un ouvrage de cette importance et que nos Collègues ne pourront que s'intéresser à cette lecture et aux documents nombreux renfermés tant dans le volume de texte que dans l'album de planches qui l'accompagne. Nous le recommanderons surtout à ceux qui sont appelés à construire un hôpital, à modifier et améliorer ceux qui existent, à ceux aussi qui peuvent avoir à étudier un concours.

On ne trouve actuellement dans les bibliothèques qu'un très petit nombre d'ouvrages traitant de la construction des hôpitaux modernes.

(1) Un volume in-8° de 394 pages avec album de 40 planches. Paris, Aulanier et Cie, éditeurs, 1898.

Quand on a lu quelques articles de dictionnaires et les ouvrages de Tollet, consacrés peut-être trop exclusivement à l'apologie du système de construction qui porte son nom, on est forcé d'entreprendre de longues et de laborieuses recherches dans les revues d'architecture d'une part, et, d'autre part, dans les comptes rendus plus ou moins touffus des sociétés médicales, car il est indispensable que l'architecte hospitalier soit parfaitement au courant des desiderata de l'hygiène moderne ; il faut même qu'il ait quelques aperçus généraux sur les progrès obtenus récemment par les médecins et les chirurgiens.

L'architecture hospitalière exige bien, comme le dit M. L. Borne, la collaboration intime de l'architecte, du médecin et de l'administrateur. Qu'il nous soit pourtant permis d'ajouter que l'architecte doit conserver précieusement l'indépendance nécessaire pour prendre à lui seul les décisions définitives qui assureront la réalisation de son œuvre. Le directeur de l'hôpital et le médecin n'ont que voix consultative et l'architecte doit garder l'autorité, puisqu'on n'hésitera pas à lui imposer la responsabilité. Quelques médecins s'occupant spécialement d'hygiène ont émis sur la construction des idées erronées ou inapplicables, et l'architecte doit examiner avec soin, avant de les adopter, toutes les théories qu'on lui soumet.

Et d'ailleurs, les architectes de tous les temps n'ont-ils pas toujours fait de l'hygiène ou tout au moins cherché à en faire? L'hygiène est une des branches les plus intéressantes et les plus utiles de l'art du constructeur.

Mais revenons au compte rendu de l'ouvrage de M. L. Borne.

Après quelques mots sur le caractère des anciens hôpitaux, l'auteur rappelle les importants travaux de l'Académie des Sciences de 1788 qui ont fixé les véritables principes de l'hygiène hospitalière. Le programme adopté pour les hôpitaux modernes n'est que la conséquence et le développement des idées émises il y a plus d'un siècle par les philanthropes dont Larochefoucauld et Tenon s'étaient faits les éloquents interprètes.

Les chapitres suivants résument les discussions récentes du plan d'ensemble sur la construction des pavillons de malades et des bâtiments annexes. Pour chacun des problèmes qui se présentent dans la construction de l'hôpital, on trouve d'abord un rapide exposé des théories qui ont été émises, puis un résumé fixant et justifiant les dispositions généralement adoptées, enfin quelques exemples d'application.

De ces études se dégage la conception de l'hôpital moderne, composé d'un grand nombre de bâtiments, généralement à simple rez-de-chaussée et répartis sur une grande surface de terrain pour éviter les contagions de pavillon à pavillon. A signaler particulièrement l'étude du profil à donner aux pavillons de malades; il faut, avant tout, qu'une salle de malades soit ventilée d'une manière sûre et efficace; on ferait preuve d'une coupable légèreté en supposant qu'il suffira de recommander aux infirmiers de ventiler en ouvrant les fenêtres. La salle de malade doit être construite pour former elle-même un appareil de ventilation. La forme ogivale de Tollet n'a, d'ailleurs, rien d'obligatoire, comme le fait remarquer M. L. Borne, et on peut adopter tout autre profil : arcs de

cercle, ellipse ou parabole, pourvu que la forme choisie facilite l'évacuation par le haut de tous les gaz viciés. Comme les portées adoptées sont comprises entre 8 et 9 *m*, la forme de Dion est l'un des types les plus avantageux.

Les hôpitaux modernes, chauffés le plus souvent à la vapeur, éclairés à l'électricité, comprennent forcément une importante usine de force motrice qui doit fournir aussi la vapeur nécessaire à la cuisine, aux bains, à la buanderie et à la désinfection. Toutes ces installations, qui intéressent particulièrement l'Ingénieur-Constructeur, doivent, dans les hôpitaux, être établies pour répondre à des besoins spéciaux, qui sont longuement détaillés dans un des chapitres de l'ouvrage.

L'emplacement de l'usine présente des difficultés particulières, et le problème, relativement facile dans les anciens hôpitaux, n'est peut-être pas encore résolu pour les établissements modernes, qui occupent une surface assez considérable.

Après ces études, nous passons aux documents : les chapitres suivants nous donnent les plans et les descriptions d'un grand nombre d'hôpitaux français et étrangers. L'auteur n'a pu avoir la prétention de décrire tous les hôpitaux récents, mais il a donné un certain nombre d'exemples caractéristiques choisis en Europe et en Amérique. Nous voyons l'influence très grande que la France a exercée sur l'architecture hospitalière. Les étrangers ont adopté nos théories et les ont quelquefois appliquées avec plus de bonheur que nous ne l'avions fait nous-mêmes. Les résultats obtenus en Allemagne sont particulièrement intéressants. En Amérique, on s'est surtout attaché à l'étude du chauffage et de la ventilation.

Mais, en examinant avec attention tous les plans d'ensemble de ces hôpitaux, il semble que l'architecture hospitalière ait encore des progrès notables à faire en ce qui concerne surtout la composition du plan d'ensemble. On voudrait retrouver, dans la disposition de ces petits bâtiments l'esprit d'unité et de coordination qu'on trouve dans les plans de Tenon et Lariboisière, plans si classiques, si simples, ménageant de si larges circulations. Du rapprochement de ces plans, il se dégage une leçon, et nous attendons encore un hôpital moderne construit suivant un plan parfait.

Dans cet ordre d'idées, on ne saurait nier que l'hôpital Boucicaut nous apporte un progrès marqué. Cet établissement a pourtant été l'objet de critiques violentes, dues surtout aux folles dépenses qui ont été faites dans cette construction.

Après avoir ainsi étudié dans tous ses détails l'hôpital général, l'auteur passe à l'étude des établissements hospitaliers à destinations spéciales : maternités, hôpitaux d'isolement, hospices de vieillards, asiles d'aliénés ; nous trouvons même quelques notes sur les sanatoria, les hôpitaux de convalescents, les asiles de nuit. Chacun de ces établissements doit répondre à des besoins spéciaux, et les différents problèmes qui se posent sont examinés d'après la même méthode : exposé des théories et des desiderata, conclusions motivées et nombreux exemples.

Viennent ensuite quelques notes sur le chauffage et la ventilation, où nous remarquons particulièrement un essai de théorie sur les mouve-

ments de l'air dans une capacité, à parois chaudes ou à parois froides. Le dernier chapitre est consacré à l'étude des matériaux, maçonnerie, fermes métalliques. La question si importante de l'aération des matériaux y est traitée avec un soin particulier. Pour éviter l'infection des parois, il est indispensable que l'air les traverse, car nous sommes encore loin du moment où il sera possible de construire complètement, comme le demandent les médecins, une salle de malades en matériaux imperméables aux germes.

Signalons enfin une série d'annexes donnant des renseignements sur le fonctionnement des hôpitaux et reproduisant les programmes des derniers concours. On trouvera dans ces documents des renseignements intéressants pour l'étude des détails des plans.

F. Delmas.

Manuel d'analyse chimique appliqué à l'examen des produits industriels et commerciaux, par Émile Fleurent (1).

Ce Manuel atteint parfaitement le but que l'auteur s'est proposé et qu'il indique dans l'Avant-Propos. Ce Manuel ne saurait, en effet, remplacer les traités classiques et complets d'analyse chimique, tels que celui de Fresenius, traduit par Gautier, chez Masson et Cie, 1897, mais il décrit de main de maître, de même que l'excellent traité d'analyse chimique, par Silva et Engel, chez Masson, 1891, les procédés les meilleurs et les plus sûrs d'analyse qualitative et quantitatives de la plupart des matières premières et des produits commerciaux.

Signalons tout d'abord, pour l'intérêt qu'ils présentent, les premiers chapitres : « Organisation du laboratoire » et « Caractères généraux des bases et des acides ». Le premier chapitre expose l'outillage strictement nécessaire aux analyses avec description et croquis dans le texte. Le second donne les propriétés et caractères des bases et des acides, *par ordre alphabétique*, ce qui distingue avantageusement ce Manuel des autres ouvrages analogues.

Les chapitres suivants de la première partie de ce Manuel décrivent systématiquement les méthodes générales d'analyse qualitative et quantitative. L'exposition de l'analyse quantitative des produits métalliques et de leurs dérivés est surtout remarquable, en ce que l'auteur y procède également *par ordre alphabétique*.

Les procédés qu'il recommande pour l'analyse des minerais, alliages et produits industriels sont choisis parmi les meilleurs. Nous regrettons seulement que, à de rares exceptions près, il n'ait pas indiqué les noms des auteurs de ces procédés. On les trouvera dans les traités de Fresenius ainsi que de Silva et Engel.

La seconde partie de ce Manuel traite de l'analyse des matières organiques. Nous y remarquons surtout la clarté et la précision systématique de la description des analyses agricoles, des produits végétaux et animaux, des boissons fermentées et des tissus.

(1) Un volume in-8°, 582 pages. Prix cart., 12 *f*. Paris, chez Carré et Naud, 1898.

En résumé, le Manuel de M. Fleurent est appelé à rendre service aux chimistes qui s'occupent spécialement de l'analyse des produits industriels et commerciaux. Nous souhaitons à cet ouvrage le succès qu'il mérite.

Frédéric Weil.

Manuel de perspective et tracé des ombres à l'usage des Architectes et Ingénieurs et des Élèves des Écoles spéciales, par P. Planat, Directeur de la *Construction moderne* (1).

Comme son titre l'indique, cet ouvrage est destiné à des personnes déjà familiarisées avec l'étude de la géométrie descriptive. Aussi M. Planat ne perd-il pas son temps en de longues théories. Son but est de mettre à la portée de ses lecteurs des méthodes très simples et facilement applicables.

Ce manuel se divise tout naturellement en deux parties : la perspective et le tracé des ombres.

Première partie. — Remarquant combien l'usage de la perspective, malgré tous les cours dont elle est l'objet dans les principales Écoles, est encore peu répandu, et quels nombreux services elle pourrait rendre dans l'étude des projets d'architecture dont elle devrait être le complément presque toujours indispensable, M. Planat établit d'abord, en quelques pages seulement, les méthodes qui peuvent être employées suivant les cas.

Ces méthodes sont au nombre de trois :

En premier lieu, la méthode bien connue dite, des *points de distance*.

Ensuite la méthode qu'il appelle méthode des *coordonnées*, déjà appliquée en Angleterre, et qu'un architecte anglais, M. Lawrence Harvey avait exposée dans la *Semaine des Constructeurs* (3me année, n° 37). Cette méthode, qui utilise les points de fuite, constitue déjà une simplification sur la première. Malheureusement elle devient d'un emploi plus difficile et plus long quand les points de fuite sont trop éloignés.

Enfin, la troisième méthode est celle de la *géométrie descriptive*, à notre avis la plus simple de toutes et qui a le mérite d'être absolument générale en ce sens qu'elle peut s'appliquer également à la perspective cylindrique et même à la perspective sphérique. Elle consiste à chercher l'intersection du tableau par le plan vertical contenant le rayon visuel et dans cette intersection à trouver le point où le rayon visuel coupe le tableau. Le tracé, avec cette méthode, est réduit à sa plus simple expression.

Comme nous l'avons dit, l'exposé de ces méthodes ne tient que quelques pages de texte. Le restant de cette partie de l'ouvrage est consacré à de nombreux exemples de toutes sortes, depuis ceux très simples jusqu'à d'autres très complexes, et dans lesquels M. Planat montre comment, dans chaque cas qui se présente, il faut choisir la méthode la plus facile à appliquer. Il lui arrive même, dans un seul exemple, de faire figurer deux des méthodes suivant que certains points sont plus faciles à déterminer par l'une que par l'autre.

(1) Grand in-8° jésus (275 × 300) de 116-82 pages. Prix broché : 20 *f*. Paris, Aulanier et Cie.

Les perspectives plafonnante et plongeante s'établissent suivant le même procédé. Dans ces problèmes, le tableau est horizontal, l'œil étant situé, soit en dessous, soit en dessus de ce tableau.

Enfin, pour terminer cette première partie, M. Planat résoud le problème inverse consistant à reconstituer le plan et l'élévation d'un édifice dont la perspective est donnée et ceci, grâce à une méthode un peu plus longue à expliquer mais très simple à appliquer.

Cette solution peut rendre de très grands services car elle permet, grâce à quelques photographies habilement prises, de se dispenser de faire un relevé toujours très long à établir et forcément sujet à erreur. La photographie, par contre, constitue une perspective irrécusable à la condition de ne pas être déformée. Mais, même dans ce cas, M. Planat indique le moyen de rectifier les erreurs qui proviennent de ces déformations.

DEUXIÈME PARTIE. — La deuxième partie offre moins d'originalité que la première, au point de vue des méthodes employées. C'est le procédé ordinaire de tracé des ombres soit au soleil, soit au flambeau.

Il y a lieu pourtant de mentionner le problème consistant à mettre directement une ombre portée en perspective, problème qui est le complément de la première partie et qui peut être fréquemment employée.

En résumé, l'ouvrage de M. Planat est surtout intéressant en ce qui concerne la partie de perspective, mais dans ce domaine, il est, croyons-nous, appelé à rendre de très grands services. La perspective n'a jamais été couramment appliquée en France. Elle est pourtant indispensable pour se rendre compte, à l'avance, de l'effet que produira un monument en tenant compte de la façon dont il sera vu, du recul que l'on pourra prendre pour l'examiner sous ses différentes faces, etc. Des élévations ne peuvent à elles seules y suffire.

M. Planat a donc comblé une lacune importante en donnant des moyens pratiques et rapides d'établir des perspectives exactes. Il est à souhaiter que son livre soit répandu et surtout utilisé.

Georges COURTOIS.

Niveau d'Eau de précision, par le capitaine LENEVEU (1).

Le problème pratique. qui consiste à déterminer exactement la différence de niveau entre deux points, ou à mettre deux points rigoureusement sur le même plan horizontal, est moins facile à résoudre qu'il le paraît, si l'on veut en même temps éviter de longs tâtonnements. Les règles dressées, les niveaux à bulle d'air sont sujets à se fausser ou à se dérégler et ne peuvent s'employer que sur des longueurs limitées ; les niveaux à lunettes sont d'un maniement délicat et leur usage est trop souvent rendu impossible par les obstacles qui empêchent la visée ou la bornent. Et cependant dans les grandes installations mécaniques modernes, le montage de lourdes pièces doit être effectué avec une précision mathématique pour assurer le succès. Le capitaine Leneveu, ancien chef de service aux ateliers de l'artillerie de Puteaux, se trou-

(1) In-8° de 48 pages avec 7 planches. Paris, H. Morin.

vant aux prises avec ces difficultés, a imaginé de perfectionner le vulgaire niveau d'eau en le composant de deux fioles parfaitemen calibrées, disposées à l'effet de présenter, par leurs bases, des contacts précis avec les points à niveler et munies chacune d'une tige pointue graduée dont la pointe est amenée à toucher le liquide, on lit alors le nombre de divisions marquées par cette opération sur les deux tiges et la différence constitue l'écart de niveau des deux points sur lesquels les fioles sont posées. Il faut ajouter que les deux fioles sont reliées par un tube flexible qui peut avoir une assez grande longueur, ce qui permet d'opérer sur des points éloignés ou séparés par des obstacles de tout genre, avec précision et facilité. Un vernier, ajouté aux deux tiges divisées, rend possible l'appréciation des fractions de dixième de millimètre.

La notice fait connaitre les détails de construction de l'instrument, ses principales applications usuelles, les précautions à prendre pour son bon emploi et les résultats qu'il permet d'obtenir. Elle donne de nombreux exemples de vérfications de montages de machines, de constructions, de transmissions, l'application à l'examen des tassements des bâtiments, des déformations des pièces ou des dénivellations des supports survenant après l'établissement et en cours de service. Enfin elle indique l'usage qui a été fait, avec grand profit, du niveau Leneveu pour le réglage des transmissions mécaniques de la galerie des Machines à l'Exposition de 1889. C'est un instrument précieux pour l'Ingénieur et pour le constructeur.

Ed. Badois.

Rapport relatif à l'année 1897 remis au gouvernement de la République Sud-Africaine, par l'Ingénieur des Mines de l'État.

Cet ouvrage, qui traite de la situation de l'industrie minière du Transvaal, au 1er janvier 1898, renferme les rapports officiels des Ingénieurs de l'État, chargés de l'inspection des mines, des appareils à vapeur et des matières explosives.

On y trouve des données du plus grand intérêt sur la valeur financière des Sociétés minières (or, diamants, houille, etc.).

Au 1er janvier 1898 il existait, entre autres, 198 sociétés de mines d'or, au capital de £ 59 048 225, mais dont les actions en numéraire ne représentaient que £ 23 770 525, soit 40 0/0 environ.

Parmi ces sociétés :

28 ont donné des dividendes en 1897;
64 n'ont donné ni dividendes, ni intérêts;
106 sont complètement improductives.

Les 28 sociétés prospères représentent un capital de £ 10 046 000; elles ont payé en dividendes £ 2 895 331, soit 28 0/0; mais cette dernière somme correspond à peine à 5 0/0 du capital total des 198 compagnies.

Les impôts perçus par le gouvernement sur le produit des mines sont de £ 1 854 896; ce produit ayant été de £ 11 653 725 en 1897 et se divisant en :

1° Or provenant de bocardage et amalgamation . . .	£	7 661 786
2° Or — du traitement par les procédés chimiques.		3 989 347
3° Or — — des alluvions.		2 592

Le capital inverti en machinerie de tous genres est de £ 11 653 725.

L'abatage des minerais aurifères se fait à la dynamite.

En 1897, il a été consommé, au Transvaal, 4 756 *t* de cet explosif fabriqué par l'usine de Modderfontein, près de Johannesburg.

Cette usine, la plus vaste du monde, est outillée pour préparer annuellement 300 000 caisses de 50 livres de dynamite, soit 6 800 *t*.

L'ouvrage se termine par une série de tableaux indiquant le nombre des ouvriers employés aux mines d'or, de diamants et aux charbonnages du Transvaal, les accidents de personnes, la force des machines, et, en général, tous les renseignements relatifs aux exploitations minières.

P. Chalon.

Le Gérant, Secrétaire administratif,

A. de Dax.

LISTE

DES

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

REÇUES PAR LA SOCIÉTÉ DES

INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

AU

1er JANVIER

1899

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR LA SOCIÉTÉ

au 1er Janvier 1899.

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	QUOTIDIENNES	BI-HEBDOMADAIRES	HEBDOMADAIRES	TRI-MENSUELLES	BI-MENSUELLES	MENSUELLES	8 FOIS PAR AN	6 FOIS PAR AN	5 FOIS PAR AN	4 FOIS PAR AN	2 FOIS PAR AN	ANNUELLES
EN FRANÇAIS												
Académie des Sciences (Comptes Rendus)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Clermont-Ferrand (Mémoires)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Aéronaute (L')	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Album de Statistique Graphique relatif aux Chemins de Fer, Routes Nationales, Navigation, etc., de la France	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Album National et Dictionnaire de l'Industrie	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Almanach Hachette	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annales de la Construction (Nouvelles)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Annales des Chemins Vicinaux	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Annales des Conducteurs et Commis des Ponts et Chaussées et des Contrôleurs des Mines	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Annales des Mines	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Annales des Ponts et Chaussées (Partie Administrative)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Annales des Ponts et Chaussées (Partie Technique)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Annales des Travaux Publics de Belgique	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»

Année Scientifique et Industrielle (L').	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire-Almanach du Commerce, de l'Industrie, etc. (Didot-Bottin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire-Chaix. Les Principales Sociétés par Actions.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire d'Adresses des Fonctionnaires du Ministère des Travaux Publics.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire de l'Économie Politique et de la Statistique	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire de l'Industrie et du Commerce d'Exportation	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire des Adresses Télégraphiques de Paris et d'un grand nombre d'Adresses des Départements et de l'Étranger	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire des Architectes, des Ingénieurs et des Entrepreneurs	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire des Chemins de fer.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire des Journaux	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire des Longitudes	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire des Mines, de la Métallurgie, de la Construction Mécanique et de l'Électricité	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire des Postes et des Télégraphes de France	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire des Sociétés Savantes.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire du Bâtiment (Sageret).	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire Farjas pour les Inventeurs	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire Général des Industries, Gaz, Eau, Électricité (Guide-)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire Général du Bâtiment et des Travaux Publics	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Annuaire Statistique de la France.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Association Alsacienne des Propriétaires d'Appareils à Vapeur (Section Française)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Association Amicale des Anciens Élèves de l'École Centrale (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Association Amicale des Anciens Élèves de l'Institut du Nord (Annales).	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	QUOTIDIENNES	BI-HEBDOMADAIRES	HEBDOMADAIRES	TRI-MENSUELLES	BI-MENSUELLES	MENSUELLES	8 FOIS PAR AN	6 FOIS PAR AN	5 FOIS PAR AN	4 FOIS PAR AN	2 FOIS PAR AN	ANNUELLES
Association Amicale des Élèves de l'École Nationale Supérieure des Mines (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Association Amicale des Ingénieurs Électriciens (Mémoires et Compte Rendu des Travaux)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Association de Propriétaires d'Appareils à Vapeur (Compte Rendu des Séances des Congrès des Ingénieurs en Chef)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail (Bulletin).	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Association des Ingénieurs-Électriciens sortis de l'Institut Électro-Technique Montefiore (Bulletin).	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège (Annuaire)	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»
Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Association des Ingénieurs sortis des Écoles Spéciales de Gand (Annales).	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Association des Propriétaires d'Appareils à Vapeur de la Somme, de l'Aisne et de l'Oise	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Association des Propriétaires d'Appareils à Vapeur du Nord de la France.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Association Française pour l'Avancement des Sciences (Comptes Rendus des Sessions)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Association Internationale pour l'Essai des Matériaux (Statuts et État nominatif des Membres)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1

(Annuaire)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Association Lyonnaise des Propriétaires d'Appareils à vapeur	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Association Normande pour prévenir les Accidents du Travail (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Association Parisienne des Propriétaires d'Appareils à Vapeur (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Association Polytechnique (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Association Technique Maritime (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Atlas des Voies Navigables de la France	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Avenir de l'Automobile et du Cycle (L')	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Avenir des Chemins de Fer (L')	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Bibliographie de la France, Journal Général de l'Imprimerie et de la Librairie	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Bibliographie des Sciences et de l'Industrie	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Brésil (Le). Courrier de l'Amérique du Sud	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Brevets de Sucrerie (Les) Recueil Mensuel des Brevets d'Invention de Sucrerie et de Raffinerie	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Bulletin de l'Imprimerie	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Bulletin des Transports en commun	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Bulletin des Transports Internationaux par Chemins de Fer (Berne)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Bulletin du Ministère de l'Agriculture	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Bulletin Historique et Scientifique de l'Auvergne	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Bulletin International de l'Électricité	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Bureau International des Poids et Mesures (Travaux et Mémoires)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Chambres de Commerce (Le Journal des)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Chambre de Commerce de Dunkerque (Procès-verbaux des Séances)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Chambre de Commerce de Dunkerque (Statistique)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Chambre de Commerce de Paris (Bulletin de la)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	QUOTIDIENNES	BI-HEBDOMADAIRES	HEBDOMADAIRES	TRI-MENSUELLES	BI-MENSUELLES	MENSUELLES	8 FOIS PAR AN	6 FOIS PAR AN	5 FOIS PAR AN	4 FOIS PAR AN	2 FOIS PAR AN	ANNUELLES
Chambre de Commerce de Paris (Travaux de la)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Chambre de Commerce de Rouen (Compte Rendu des Travaux)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Chambre de Commerce Française d'Alexandrie (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Chambre de Commerce Française de Charleroi et des Provinces Wallones (Rapport)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Chambre de Commerce Française de Portugal (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Chauffeur (Le) (4e Série du Technologiste)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Chemin de fer du Nord (Rapport présenté par le Conseil d'Administration)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Chemin de fer du Nord de l'Espagne (Rapport du Conseil d'Administration)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Chemin de Fer Grand Central Belge. Direction des Voies et Travaux (Compte Rendu)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Chemin de Fer Grand Central Belge. Matériel et Traction (Compte Rendu)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Chemins de Fer, Postes, Télégraphes, Téléphones et Marine de Belgique (Compte Rendu)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Chronique Industrielle	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Ciment (Le)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Comité Central des Houillères de France (Annuaire)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Comité de Conservation des Monuments de l'Art Arabe	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Comité de l'Afrique Française (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Comité des Forges de France (Annuaire)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Comité des Forges de France (Bulletin)	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Commission Internationale du Congrès des Chemins de Fer (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»

Compagnie Générale des Voitures à Paris (Rapport au Conseil d'Administration)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Congrès International des Accidents du Travail (Bulletin du Comité Permanent)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Congrès des Sociétés Savantes. Discours prononcés à la Séance du Congrès	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Congrès des Sociétés Savantes. Programme du Congrès	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Conseil Supérieur du Travail	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Conservatoire des Arts et Métiers (Annales)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Constructeur (Le)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Construction Moderne (La)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Cosmos (Le)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Description des Machines et Procédés pour lesquels des Brevets d'Invention ont été pris sous le Régime de la Loi du 5 Juillet 1844	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Direction de l'Hydraulique Agricole (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
1900. Organe des Expositions	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Droit Industriel (Le)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Éclairage Électrique (L')	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
École Spéciale d'Architecture (Concours de Sortie)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
École Spéciale d'Architecture (Séance d'Ouverture)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Économiste Français (L')	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Électricien (L')	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Électrochimie (L')	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Étincelle Électrique (L')	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
France Automobile (La)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Génie Civil (Le)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Grandes Usines (Les). Études Industrielles en France et à l'Étranger	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Industrie Électro-Chimique (L')	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Inspection du Travail (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	QUOTIDIENNES	BI-HEBDOMADAIRES	HEBDOMADAIRES	TRI-MENSUELLES	BI-MENSUELLES	MENSUELLES	8 FOIS PAR AN	6 FOIS PAR AN	5 FOIS PAR AN	4 FOIS PAR AN	2 FOIS PAR AN	ANNUELLES
Institut des Actuaires Français (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Institut Égyptien (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Intermédiaire de l'Afas (L')	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Journal d'Agriculture Pratique	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Journal de la Meunerie	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Journal de l'Éclairage au Gaz	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Journal de l'Électricité	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Journal des Chemins de Fer	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Journal des Transports	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Journal des Travaux Publics	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Journal des Usines à Gaz	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Journal Officiel	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Journal Télégraphique (Berne)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Locomotion Automobile (La)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Marine Française (La)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Métallurgie et la Construction Mécanique (La)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Moniteur de l'Industrie et de la Construction et Bulletin de la Classe d'Industrie et de Commerce de la Société des Arts de Genève	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Moniteur de la Céramique, de la Verrerie, etc.	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Moniteur de la Papeterie Française (Le)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»

Moniteur Maritime	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Moniteur Officiel du Commerce	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Musée Social	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Nature (La)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Observatoire Météorologique Physique et Glaciaire du Mont-Blanc (Annales)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Office du Travail (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Portefeuille Économique des Machines	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Ports Maritimes de la France	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Praticien Industriel (Le)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Publications Nouvelles de la Librairie Gauthier-Villars (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Réforme Économique (La)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Réforme Sociale (La)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Répertoire Bibliographique des Principales Revues Françaises	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Répertoire du Journal Officiel de la République Française	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Revue Administrative des Travaux Publics	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Revue Coloniale	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Revue d'Artillerie	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Revue d'Hygiène et de Police Sanitaire	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Revue de Chimie Industrielle	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Revue de l'Aéronautique Théorique et Appliquée	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Revue de Législation des Mines en France et en Belgique	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
Revue de Mécanique	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Revue du Commerce Extérieur	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Revue du Génie Militaire	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Revue Générale des Brevets Allemands et Anglais	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Revue Générale des Chemins de Fer et des Tramways	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	QUOTIDIENNES	BI-HEBDOMADAIRES	HEBDOMADAIRES	TRI-MENSUELLES	BI-MENSUELLES	MENSUELLES	8 FOIS PAR AN	6 FOIS PAR AN	5 FOIS PAR AN	4 FOIS PAR AN	2 FOIS PAR AN	ANNUELLES
Revue Générale des Sciences Pures et Appliquées	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Revue Horticole	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Revue Industrielle	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Revue Maritime	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Revue Philomathique de Bordeaux et du Sud-Est	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Revue Pratique de l'Électricité	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Revue Pratique des Travaux Publics	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Revue Scientifique et Industrielle de l'année	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Revue Technique et les Annales des Travaux Publics et des Chemins de Fer et de l'Automobilisme	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Revue Universelle des Mines	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Semaine Financière (La)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Semaine Minière (La)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Service Hydrométrique du Bassin de l'Adour (Résumé des Observations sur les Cours d'Eau et la Pluie)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Service Hydrométrique du Bassin de la Seine (Résumé des Observations sur les Cours d'Eau et la Pluie)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Société Académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du Département de l'Aube	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Société Astronomique de France (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»

Société Belge des Ingénieurs et des Industriels (Rapport annuel)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon (Annales)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Société d'Économie Politique (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (Compte Rendu)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Société de Géographie Commerciale de Bordeaux (Bulletin)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Société de Géographie Commerciale de Paris (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Société de Géographie de l'Est (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Société de Géographie de Paris (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Société de Géographie de Paris (Compte Rendu)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Société de l'Enseignement Professionnel des Pêches Maritimes (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Société de l'Industrie Minérale (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Société de l'Industrie Minérale (Compte Rendu)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Société de Protection des Apprentis (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Société de Secours des Amis des Sciences (Compte Rendu)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Société des Agriculteurs de France (Bulletin)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Société des Agriculteurs de France (Session Générale Annuelle)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Société des Anciens Élèves des Écoles Nationales d'Arts et Métiers (Bulletin Technologique)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Société des Conducteurs et Commis des Ponts et Chaussées et des Contrôleurs des Mines (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Société des Études Coloniales et Maritimes (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Société des Études Indo-Chinoises de Saïgon (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Société des Ingénieurs et des Architectes Sanitaires de France (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Société des Sciences de l'Agriculture et des Arts de Lille (Mémoires)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	QUOTIDIENNES	BI-HEBDOMADAIRES	HEBDOMADAIRES	TRI-MENSUELLES	BI-MENSUELLES	MENSUELLES	8 FOIS PAR AN	6 FOIS PAR AN	5 FOIS PAR AN	4 FOIS PAR AN	2 FOIS PAR AN	ANNUELLES
Société et Chambre Syndicale des Mécaniciens, Chaudronniers, Fondeurs de Paris (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
Société Forestière Française des Amis des Arbres (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Société Française de Minéralogie (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Société Française de Physique (Compte Rendu)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Société Française de Physique (Séances de la)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Société Française des Ingénieurs Coloniaux (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Société Industrielle de l'Est (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Société Industrielle de Mulhouse (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Société Industrielle de Mulhouse (Programme des Prix)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Société Industrielle de Reims (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Société Industrielle de Rouen (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
Société Industrielle de Saint-Quentin et de l'Aisne (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Société Industrielle du Nord de la France (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Société Industrielle du Nord de la France (Comptes Rendus)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Société Internationale des Électriciens (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Société Nationale d'Agriculture de France (Bulletin)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Société Nationale d'Agriculture de France (Mémoires, Séance Publique Annuelle)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Société Scientifique Industrielle de Marseille (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»

[illegible]	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Société Technique de l'Industrie du Gaz en France (Compte Rendu des Congrès)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Société Vaudoise des Ingénieurs et des Architectes (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»
Société Vaudoise des Sciences Naturelles (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»
Statistique de l'Industrie Minérale et des Appareils à Vapeur en France et en Algérie	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Statistique de la Navigation Intérieure	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Statistique des Chemins de Fer Français (Documents divers, 1re Partie)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Statistique des Chemins de Fer Français (Documents divers, 2e Partie)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Statistique des Chemins de Fer Français (Documents Principaux)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Statistique des Houillères en France et en Belgique	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Statistique Générale de la France	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Sucrerie Indigène et Coloniale (La)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Syndicat des Entrepreneurs de Travaux Publics de France (Bulletin)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Syndicat des Ingénieurs-Conseils en matière de Propriété Industrielle (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Syndicats Professionnels, Industriels, Commerciaux et Agricoles (Annuaire)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Tableau Général du Commerce et de la Navigation	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
I. Commerce (Commerce de la France avec ses Colonies et les Puissances Étrangères).												
II. Navigation (Navigation Internationale. Cabotage Français et Effectif de la Marine Marchande).												
Touring-Club de France	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Tout-Paris. Annuaire de la Société Parisienne	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Travaux Techniques des Officiers du Génie de l'Armée Belge (Recueil des) (Ixelles)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	QUOTIDIENNES	BI-HEBDOMADAIRES	HEBDOMADAIRES	TRI-MENSUELLES	BI-MENSUELLES	MENSUELLES	8 FOIS PAR AN	6 FOIS PAR AN	5 FOIS PAR AN	4 FOIS PAR AN	2 FOIS PAR AN	ANNUELLES
Union des Ingénieurs sortis des Ecoles Spéciales de Louvain (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Union Géographique du Nord de la France (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
Usines Électriques (Bulletin)	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
Vie Scientifique (La)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Yacht (Le), Journal de la Marine	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Yachting Gazette. Journal de la Navigation de Plaisance	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
EN ALLEMAND												
Akademie der Wissenschaften (Sitzungsberichte der Mathematisch Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen) (Wien)	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
Annalen für Gewerbe- und Bauwesen (Berlin)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Architektur- und Ingenieurwesen (Zeitschrift) (Hannover)	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»
Baumaterialienkunde (Stuttgart)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Centralblatt der Bauverwaltung (Berlin)	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Dingler's Polytechniches Journal (Stuttgart)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Gesellschaft Ehemaliger Studierender der Eidg. Polytechnischen Schule in	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1

(Wien)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Niederösterreichischen Gewerbe-Vereins (Wochenschrift) (Wien)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Oesterreichische Eisenbahn-Zeitung (Wien)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Oesterreichische Statistik (Wien)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Oesterreichischen Ingenieur-und Architekten-Vereines (Zeitschrift) (Wien).	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens (Wiesbaden)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Repertorium der Technischen Journal-Litteratur	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Schweizerische Bauzeitung (Zürich)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Stahl und Eisen. Zeitschrift für das Deutsche Eisenhuttenwesens (Düsseldorf)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Vereines Deutscher Ingenieure (Zeitschrift) (Berlin)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Vereines für die Förderung des Local-und Strassenbahnwesens (Mittheilungen) (Wien).	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Zeitschrift für Bauwesen (Berlin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
EN ANGLAIS												
American Academy of Arts and Sciences (Proceedings) (Boston)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
American Engineer Car Builder and Railroad Journal (New-York).	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
American Institute of Electrical Engineers (Transactions) (New-York)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
American Institute of Mining Engineers (Transactions) (New-York).	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
American Society of Civil Engineers (Proceedings) (New-York)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
American Society of Civil Engineers (Transactions) (New-York)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»
American Society of Mechanical Engineers (Transactions) (New-York).	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Association of Engineering Societies (Journal of the) (Cleveland)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	QUOTIDIENNES	BI-HEBDOMADAIRES	HEBDOMADAIRES	TRI-MENSUELLES	BI-MENSUELLES	MENSUELLES	8 FOIS PAR AN	6 FOIS PAR AN	5 FOIS PAR AN	4 FOIS PAR AN	2 FOIS PAR AN	ANNUELLES
Boston Transit Commission (Annual Report) (Boston)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Bureau of Steam Engineering (Annual Report of the Chief of) (Washington)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
California State Mining Bureau (Bulletin) (Sacramento)	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
California State Mining Bureau (Report of the State Mineralogist) (Sacramento)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Canadian Institute (Proceedings) (Toronto)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Canadian Institute (Transactions) (Toronto)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»
Canadian Society of Civil Engineers (Transactions) (Montreal)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»
Cassier's Magazine (London)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Chinese Lighthouses (List of the) (China)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
City Engineer of Boston (Annual Report)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
City Engineer of Newton (Annual Report)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Colliery Guardian (The) Journal of the Coal and Iron Trades (London)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Cornell University Register (The) (Ithaca)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Electrical Engineer (The) (London)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Electrical World (The) (New-York)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Engineer (The) (London)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Engineering (London)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Engineering and Mining Journal (The) (New-York)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Engineering Magazine (The) (New-York)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»

Engineering Record (The) (New-York)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Engineering Society of the School of Practical Science (Papers) (Toronto)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Engineers' Club of Philadelphia (Proceedings) (Philadelphia)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Engineers' Club of Philadelphia (Record) (Philadelphia)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Field Columbian Museum (Annual Report) (Chicago)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Franklin Institute (Journal of the) (Philadelphia)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Indian Engineering (Calcutta)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Institution of Civil Engineers (Minutes of Proceedings) (London)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Institution of Civil Engineers (Private Press) (London)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Institution of Civil Engineers of Ireland (Transactions) (Dublin)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Institution of Electrical Engineers (Journal of the) (London)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Institution of Engineers and Shipbuilders in Scotland (Transactions) (Glasgow)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Institution of Mechanical Engineers (Proceedings) (London)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Institution of Naval Architects (Transactions) (London)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Iron and Coal Trades Review (The) (London)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Iron and Steel Institute (Journal of the) (London)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»
John Crerar Library (Annual Report) (Chicago)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Mac Gill College and University (Annual Calendar) (Montreal)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Massachusetts Institute of Technology (Annual Catalogue) (Boston)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Massachusetts Institute of Technology (Annual Report) (Boston)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Midland Institute of Mining, Civil, and Mechanical Engineers (Proceedings) (Barnsley)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Mineral Industry its Statistics Technology and Trades in the United States and other Countries (The) New-York	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	QUOTIDIENNES	BI-HEBDOMADAIRES	HEBDOMADAIRES	TRI-MENSUELLES	BI-MENSUELLES	MENSUELLES	8 FOIS PAR AN	6 FOIS PAR AN	5 FOIS PAR AN	4 FOIS PAR AN	2 FOIS PAR AN	ANNUELLES
Navy Department. Bureau of Navigation. Office of Naval Intelligence (Washington)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
New-York State Museum (Annual Report) (Albany)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
New-York State Museum (Bulletin) (Albany)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
New-York State Museum (Memoirs) (Albany)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
North East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders (Transactions) (Newcastle-Upon-Tyne)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers (Transactions) (Newcastle-Upon-Tync)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Nova Scotian Institute of Science (Proceedings and Transactions) (Halifax Nova Scotia)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Public Works Department. Irrigation Branch Bengal (Revenue Report) (Calcutta)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Railroad Gazette (New-York)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Railway Engineer (London)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Society of Arts (Journal of the) (London)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Society of Engineers (Transactions) (London)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Street Department of City of Boston (Annual Report) (Boston)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Street Railway Journal (The) (New-York)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
United States Artillery (Journal of the) (Fort Monroe, Virginia)	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»

United States Geological Survey (Bulletin) (Washington)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
United States Geological Survey (Mineral Resources) (Washington)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
United States Geological Survey (Monographs) (Washington)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
United States Naval Institute (Proceedings) (Annapolis)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
University of the State of New-York (Annual Report of the Regent) (Albany)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
University of Wisconsin (Bulletin) (Engineering Series) (Madison)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
University of Wisconsin (Bulletin) (Science Series, (Madison)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Western Society of Engineers (Journal of the) (Chicago)	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
DANOIS												
Ingenioren (Kjobenhavn)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
EN ESPAGNOL												
Academia de Ciencias y Artes de Barcelona (Boletin) (Barcelona)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales (México)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Anuario de la Mineria, Metallurgia y Electricidad de España (Madrid)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Asociación de Ingenieros Industriales (Barcelona) (Revista Tecnológico Industrial)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México (Anales) México	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Asociación Nacional de Ingenieros Industriales (Boletin) (Madrid)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Boletin de Agricultura, Mineria e Industrias (México)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	QUOTIDIENNES	BI-HEBDOMADAIRES	HEBDOMADAIRES	TRI-MENSUELLES	BI-MENSUELLES	MENSUELLES	8 FOIS PAR AN	6 FOIS PAR AN	5 FOIS PAR AN	4 FOIS PAR AN	2 FOIS PAR AN	ANNUELLES
Boletin de Minas Industria y Construcciones (Lima)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Industria é Invenciones (Barcelona).	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Junta de Obras del Puerto de Bilbao	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Observatorio Meteorologico Central de México (Boletin Mensual)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Porvenir de la Industria (El) (Barcelona).	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Revista de Obras Públicas (Anales) (Madrid).	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Revista de Obras Públicas (Boletin) (Madrid).	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Revista Minera Metalúrgica y de Ingenieria (Madrid).	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Sociedad Cientifica « Antonio Alzate » (Memorias y Revista) (México) .	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
Sociedad Cientifica Argentina (Anales) (Buenos Aires).	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Sociedad Colombiana de Ingenieros (Anales de Ingenieria et Organo de la) (Bogóta).	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Sociedad « Sánchez Oropesa » (Boletin de la) (Orizaba)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Universidad Central del Equator (Anales de la) (Quito).	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
EN HOLLANDAIS												
Ingenieur (De) (Vereeniging van Burgerlijke Ingenieurs) (La Haye) . .	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Koninklijk Instituut van Ingenieurs (Tidjschrift van het) (Notulen) (La Haye)	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
Koninklijk Instituut van Ingenieurs (Tidjschrift van het) (Verhandelingen) *(La Haye)*	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
[illegible] Vereeniging voor Electrotechniek (S' Gravenhage)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1

EN HONGROIS												
Magyar Mérnök-és Épitész-Egylet (A). Heti Értesitöje (Budapest) . . .	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Magyar Mérnök-és Épitész-Egylet (A). Közlönye (Budapest)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
EN ITALIEN												
Accademia dei Lincei (Atti della Reale) (Classe di Scienze Fisiche Matematiche e Naturali) (Rendiconti) (Roma).	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Collegio degli Architetti ed Ingegneri in Firenze (Atti del)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»
Collegio degli Ingegneri ed Architetti in Napoli (Bollettino).	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
Collegio degli Ingegneri e degli Architetti in Palermo (Atti del). . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»
Giornale del Genio Civile (Roma).	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Industria (L') (Milano)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Ingegneria Civile e le Arti Industriali (L') (Torino).	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Istituto d'Incoraggiomento (Atti del Reale) (Napoli)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Politecnico (Il) (Milano).	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Rivista di Artiglieria e Genio (Roma)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Scuola d'Applicazione pergl'Ingegneri in Roma (Annuario).	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Scuola d'Applicazione pergl'Ingegneri in Roma (Programmi d'Insegnamento)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino (Atti della)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Società degli Ingegneri e degli Architetti Italiani (Annali della) (Roma).	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
Società degli Ingegneri e degli Architetti Italiani (Bullettino) (Roma).	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»

DÉSIGNATION DES PUBLICATIONS	QUOTIDIENNES	BI-HEBDOMADAIRES	HEBDOMADAIRES	TRI-MENSUELLES	BI-MENSUELLES	MENSUELLES	8 FOIS PAR AN	6 FOIS PAR AN	5 FOIS PAR AN	4 FOIS PAR AN	2 FOIS PAR AN	ANNUELLES
EN NORVÉGIEN												
Teknisk Tidsskrift (Norsk) (Kristiania)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Teknisk Ugeblad (Kristiania)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
EN POLONAIS												
Przeglad Techniczny (Warszawa)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
EN PORTUGAIS												
Boletim da Propriedade Industrial (Lisboa)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Observatorio do Rio de Janeiro (Annuario)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Revista de Obras Publicas e Minas (Associação dos Engenheiros Civil Portuguezes) (Lisboa)	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»

EN RUSSE												
Elektritchestvo (Saint-Pétersbourg)	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
Elektrotekhnitcheskii Viestnike	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Imperatorskagho Rousskagho Technitcheskagho Obchtchestva (Svode Privilegii) (Saint-Pétersbourg)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Imperatorskagho Rousskagho Technitcheskagho Obchtchestva (Zapiski) (Saint-Pétersbourg)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Injénière (Kieve)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Institouta Injéniérove Poutéi Soobchtchéniya Imperatora Aleksandra I (Sbornike) (Saint-Pétersbourg)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Sobraniya Injéniérove Poutéi Soobchtchéniya (Izviéstiya) (St-Pétersbourg)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
Stroïtel (Saint-Pétersbourg)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
EN SUÉDOIS												
Teknisk-Tidskrift (Svenska Teknologföreningen) (Stockholm)	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
EN TCHÈQUE												
Spolku Architektů a Inženýrů v Království Českém (Zpravy) (Praze)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
Technicky Obzor (Praze)	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»

IMPRIMERIE CENTRALE DES CHEMINS DE FER.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 1086-1-99. — (Encre Lorilleux).

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE FÉVRIER 1899

N° 2.

Sommaire des séances du mois de février 1899 :

9° *Congrès international de l'Enseignement commercial à Venise* (Délégués au) (Séance du 3 février), page 150 ;

10° *Congrès national des Sociétés françaises de Géographie à Alger* (Avis du) (Séance du 24 février), page 159 ;

11° *Congrès des Sociétés savantes à Toulouse* (Avis de M. le Ministre de l'Instruction publique au sujet du) (Séance du 24 février), page 159 ;

12° *Courants à haute fréquence et oscillations électriques. — Télégraphie sans fil*, par M. Paul Janet. Expériences de M. Ducretet (Séance du 24 février), page 163 ;

13° *Décès de M. Félix Faure, Président de la République Française* (Avis du) (Séance du 17 février), page 157 ;

Dito (Lettres et télégrammes échangés au sujet du) (Séance du 24 février), page 158 ;

14° *Décès* de MM. R. Llatas y Riera, Ch. P.-J. Carron, G.-B. Lelubez, F. Brault, A. de Chambrun, Th. Bippert, G. Doppelmair (Séances des 3 et 24 février), pages 149 et 159 ;

15° *Décorations* (Séances des 3 et 24 février), pages 149 et 159 ;

16° *Dons :*

De volumes, fait à la Bibliothèque, par M[me] Léonce Vée (Séance du 3 février), page 150 ;

De 40 *f*, fait par M. F.-A. Lecerf (Séance du 24 février), page 159 ;

17° *Engin de levage de 80 t* (Mise au concours par la Chambre de Commerce de Rouen d'un). (Séance du 24 février), page 159 ;

18° *Exposition de 1900* (Communication de M. F. Reymond au sujet de l'). (Séance du 3 février), page 151 ;

19° *Gazogène au bois Riché, à distillation renversée*, par MM. F. Manaut et L. Roman. (Séance du 3 février), page 151 ;

20° *Jury du Prix Couvreux* (Nomination de trois Membres du). Séance du 3 février), page 151 ;

21° *Lazaret à Camaran-Mer Rouge* (Concours pour la création d'un), concédé à M. E.-L. Roullet (Séance du 3 février), page 150 ;

22° *Nominations* de :

M. J. Dybowski comme Directeur du Jardin colonial d'essai de Vincennes, et de :

M. R. Jacquemart comme Conseiller du Commerce extérieur (Séance du 3 février), page 149 ;

23° *Photographie des Membres de la Société* (Lettre de M. Courret, photographe et avis relatif à la) (Séance du 3 février), page 150 ;

24° *Plate-forme mobile à deux vitesses destinée à l'Exposition de 1900* (Historique des tentatives et des applications de la locomotion par entraînement continu, jusqu'à la). (Séance du 24 février), page 160 ;

25° *Pont Alexandre III* (Invitation de M. Résal, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, de visiter les travaux du). (Séance du 3 février), page 150;

26° *Récompenses :*

Congrès de la Société technique de l'industrie du gaz (Prix de 500 *f* avec médaille de bronze et diplôme décerné à M. Lecomte), page 149.

Exposition de Bruxelles (Prix et diplôme spécial décerné à M. G. Hanarte), page 149.

Mémoires contenus dans le bulletin de février 1899 :

27° *Résistance à l'avancement des bateaux et ondes transversales*, par M. F. Chaudy, page 165;

28° *Acétylène et ses applications* (L'), par M. F. Hubou, page 180 ;

29° *Courants de haute fréquence et oscillations électriques. Télégraphie sans fil*, par M. Paul Janet. Expériences et appareils de M. Ducretet, page 225;

30° *Gazogène Riché à distillation renversée* (Le), par MM. F. Manaut et F. Roman, page 241 ;

31° *Plate-forme électrique à deux vitesses de l'Exposition de 1900* (Historique des tentatives et des applications de la locomotion par entrainement continu jusqu'à la), par M. Armengaud jeune, page 281 ;

32° *Compte rendu de la visite de la Société aux chantiers du Pont Alexandre III*, par M. L. Périssé, p. 307.

33° *Notice nécrologique sur M. G. Love*, par M. A. Rubin, page 311 ;

34° *Chronique n° 230*, par M. A. Mallet, page 315;

35° *Comptes rendus*, — page 327;

36° *Informations techniques*, — page 336.

37° *Bibliographie :*

Bibliothèque du Conducteur des Travaux publics. — Assainissement des villes et égouts de Paris, de M. Paul Wéry, par M. Ed. Badois, p. 351.

Le service actuel des trains rapides, de M. C. Barbey, par M. A. Mallet, page 352.

38° *Planche* n° 213.

Pendant le mois de février 1899, la Société a reçu :

Agriculture.

GAUDARD (J.). — *Éboulements de coteaux irrigués dans la Colombie Britannique*, par Jules Gaudard (Extrait du Bulletin de la Société Vaudoise des Ingénieurs et des Architectes) (in-8° de 21 p.). Lausanne, F. Rouge. Paris, Baudry et Cie (Don de l'Auteur). 38713

Chemins de fer.

Fourth Annual Report of the Boston Transit Commission for the year ending August 15, 1898 (in-8° de 100 p. avec 42 pl.). Boston, Rockwell and Churchill Press, 1898. 38706

GAUDARD (J.). — *Études préliminaires pour chemin de fer dans les cagnons du Colorado*, par Jules Gaudard (Extrait du Bulletin de la Société Vaudoise des Ingénieurs et des Architectes) (in-8° de 18 p.). Lausanne, F. Rouge. Paris, Baudry et Cie (Don de l'Auteur). 38713

POLONCEAU (E.). — *Note sur la Convergence des essieux dans les voitures à grand écartement d'essieux de la Compagnie d'Orléans*, par M. Ernest Polonceau (Extrait des Annales des Mines. Livraison de novembre 1898) (in-8° de 7 p. avec 2 pl.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1898 (Don de l'auteur, M. de la S.). 38721

SANDBERG (C.-P.). — *On the advantage of using heavier Rails for Railways laid with flange Rails*, by C.-P. Sandberg (Reprinted from « Engineering » January, 13 th., 1899) (une feuille grand in-4°) (Auteur M. de la S.). 38681

SANDBERG (C.-P.). — *The danger of using two hard Steel Rails*, by C.-P. Sandberg (Reprinted from the « Journal of the Iron and Steel Institute ». N° II for 1898) (in-8° de 35 p. avec 2 pl.). London, Published at the Offices of the Institute, 1898 (Auteur M. de la S.). 38682

Tables des matières contenues dans les six premiers volumes du Bulletin des Transports internationaux par chemins de fer. 1893-1898 (petit in-4° de 42 p. à 2 col.). 38757

Chimie.

HERZBERG (W.), HOFFMANN (C.), MARTEAU (G.-E.). — *Analyse et essais des papiers*, par Wilhelm Herzberg, suivis d'une Étude sur les papiers destinés à l'usage administratif en Prusse (Normal-Papier), par Carl Hoffmann. Traduit de l'allemand, par G.-E. Marteau (in-8° de 155 p. avec 2 pl.). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894 (Auteur M. de la S.). 38698

JAUBERT (G.-F.). — *L'industrie du goudron de houille*, par G.-F. Jaubert (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (petit in-8° de 172 p.). Paris, Gauthier-Villars. G. Masson (Éditeur). 38677

Construction des machines.

Association des Propriétaires d'appareils à vapeur du Nord de la France. Exercice 1897-1898. XVe Bulletin (in-8° de 171 p. avec 2 pl.). Lille, L. Danel, 1898. 38699

Nadal (J.). — *Principes de la Théorie mathématique de la machine à vapeur*, par J. Nadal (Extrait de la Revue de Mécanique, novembre-décembre 1898) (in-4° de 47 p.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1899 (Don de l'Auteur). 38714

Procès-verbal du Congrès international pour l'unification des filetages, Zurich les 3 et 4 octobre 1898 (in-8° de 36 p. avec 1 pl). Zurich, F. Lohbauer (Don de l'Association des Constructeurs-Mécaniciens Suisses). 38716

Sosnowski (K.). — *Notice sur la turbine à vapeur de Laval et ses applications.* Résumé des Communications faites à la Société Française de Physique le 28 mars 1894, à la Société Internationale des Electriciens le 2 mai 1894, et à la Société des Ingénieurs Civils de France le 3 mai 1895, par M. K. Sosnowski. Avec les Procès-Verbaux des essais de consommation (grand in-8° de 31 p.). Paris, H. Chérest (Auteur M. de la S.). 38680

Système international de filetages à base métrique. Établi par le Congrès international pour l'unification des filetages à Zurich, les 3 et 4 octobre 1898 (in-8° de 6 p.) (Don de l'Association des Constructeurs-Mécaniciens Suisses). 38717

Économie politique et sociale.

Annuaire statistique de la France. XVIIIe volume. 1898. (République Française. Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Direction de l'Office du Travail. Bureau de la Statistique générale) (grand in-8° de xxxvii-653 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1898. 38676

Tableau général du Commerce et de la Navigation. Année 1897. Premier volume. Commerce. (Commerce de la France avec ses Colonies et les Puissances étrangères) (République Française. Direction générale des Douanes) (grand in-4° de civ-792 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1898. 38674

Électricité.

Bedell (F.) et Crehore (A.-C.), Berthon (J.). — *Étude analytique et graphique des courants alternatifs*, à l'usage des Ingénieurs et des Élèves des Écoles, par F. Bedell et A.-C. Crehore. Traduit de la seconde édition anglaise avec l'autorisation des auteurs, par J. Berthon (grand in-8° de viii-261 p. avec 112 fig.). Paris, Georges Carré, 1895 (Éditeur). 38689

Simon (Ed.). — *Note sur le Transport électrique de la force motrice à domicile dans la région de Saint-Étienne*, par M. Édouard Simon (Extrait du Bulletin de décembre 1898 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale) (petit in-4° de 12 p.). Paris, Chamerot et Renouard, 1898 (Don de l'Auteur, M. de la S.). 38703

Enseignement.

Thurston (R.-H.). — *Professional and Academic Schools. Theier Plans, Courses and Preparations*, by R.-H. Thurston (Reprinted from the Educational Review, New-York, January, 1899) (in-8° de 36 p.) (Auteur M. de la S.). 38678

Filature et Tissage.

Simon (Éd.). — *Rapport fait au nom du Comité des arts mécaniques, par M. Édouard Simon sur le Métier brodeur automatique breveté s. g. d. g., par MM. Antoine et Jean-Baptiste Bastie, à Panissières (Loire)* (Extrait du Bulletin de novembre 1898 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale) (petit in-4° de 15 p.). Paris, Chamerot et Renouard, 1898 (Don de l'Auteur, M. de la S.). 38704

Géologie et Sciences naturelles diverses.

Moragas (D.-G.). — *Genesis de las Rocas*, por D. Gonzalo Moragas (Biblioteca de la « Revista de Obras Publicas ») (grand in-8° de xxii-333 p. avec 1 pl.). Madrid, Revista de Obras Publicas, 1898 (Editeur). 38692

Législation.

Annuaire de l'Association amicale des Anciens Élèves de l'École Centrale des Arts et Manufactures. 1832-1898 (in-18 de 635 p.). Paris, Siège de l'Association à l'École Centrale, 1899. 38719

Boramé (L.) et Julien (A.). — *Le Conseiller de l'Inventeur*, par L. Boramé et A. Julien (Petite Encyclopédie industrielle) (in-18 de 293 p.). Paris, J. Fritsch, 1898 (Don des Auteurs). 38708

Girard (A.). — *La Loi sur les accidents du travail*. Discours prononcé par A. Girard (Tribunal de commerce de Toulouse. Audience solennelle d'installation du 24 janvier 1899) (in-8° de 36 pages). Toulouse, Douladoure-Privat, 1899 (Don de l'Auteur, M. de la S.). 38712

A Magyar Mérnök-és épitész-egylet. Tagjainak Cim-és Lakásjegyzéke 1899, év elején. VI. évfolyam (in-8° de 39 p.). Budapest, Patrice, 1899. 38705

Medlemsfortegnelse for den Norske Ingenior-og Arkitekt-Forening og den Polytekniske Forening, 1898 (in-8° de 40 p.). Det norske Forlagstrykkeri. 38723

Société Belge des Ingénieurs et des Industriels, Bruxelles. Liste des membres. Exercice 1898-1899 (in-8° de 48 p.). Bruxelles, Imprimerie des Travaux publics. 38695

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Annuaire pour l'année 1899 (in-18 de 130 p.). Paris, Typographie Chamerot et Renouard, 1899. 38696

XXX Verzeichniss der Mitglieder des Oesterreichischen Ingenieur-und Architekten-Vereines (in-8° de 98 p.). Wien, R. Spies und C°, 1899. 38722

Mines.

Bel (J.-M.). — *Aperçu sur les Gîtes minéraux de l'Indo-Chine centrale connus en 1897*, par J.-M. Bel (Extrait du Bulletin de la Société de l'Industrie minérale. Troisième série. Tome XII. 2e livraison, 1898) (in-8° de 29 p. avec 1 pl.). Saint-Étienne, J. Thomas et Cie, 1898 (Don de l'Auteur, M. de la S.). 38801

Schiff (F.). — *Les Mines d'or de la Nouvelle-Zélande*, par F. Schiff (in-8° de 96 p. avec 30 fig.). Paris, Publications du Journal Le Génie Civil, 1898 (Don de l'Auteur, M. de la S.). 38758

Statistique de l'Industrie minérale et des Appareils à vapeur en France et en Algérie pour l'année 1897, avec un Appendice concernant la Statistique minérale internationale (Ministère des Travaux publics. Direction des Routes, de la Navigation et des Mines. Division des Mines) (in-4° de 262 p.). Paris, Imprimerie nationale. 1898. 38724

Navigation.

Bulletin de l'Association technique maritime. N° 9. Session de 1898 (grand in-8° de 284 p. avec 21 pl.). Paris, Gauthier-Villars, 1898. 38756

Claudel (Ch.). — *La Loire*, par Ch. Claudel (Extrait de l'Écho de la Frontière, février 1898) (petit in-4° de 6 p. à 2 col.) (Don de l'Auteur, M. de la S.). 38715

Tableau général du Commerce et de la Navigation. Année 1897. Deuxième volume. Navigation (Navigation internationale. Cabotage Français et Effectif de la Marine marchande.) (République française. Direction générale des Douanes) (grand in-4° de cdiii-376 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1898. 38675

Timonoff (N.-E. de). — *Les dragues à succion.* Rapport par V.-E. de Timonoff (VIIe Congrès international de navigation. Bruxelles, 1898. Troisième section. 4e question) (grand in-8° de 20 p.). Bruxelles, J. Goemaere, 1898 (Auteur). 38693

Vernon-Harcourt (L.-F.). — *Inland Navigation in Europe, and North America, with special reference to Inland Navigation in England*, by L.-F. Vernon-Harcourt (Journal of the Society of Arts. N° 2409. Vol. XLVII. January 20, 1899, pages 153 à 172). London, Published for the Society by George Bell and Sons, York Street, Covent Garden, 1899 (Auteur). 38686

Périodiques divers.

Journal officiel de la République Française. Tables alphabétiques et analytiques de 1898 (in-4° de 131, 36 et 19 p.). Paris, Imprimerie des Journaux officiels. 38720

Physique.

HANARTE (G.). — *Recherche du travail utile fourni par les ventilateurs*, par Gustave Hanarte (Extrait des Publications de la Société des Ingénieurs du Hainaut, tome VII, 2e fascicule, 1898, page 122) (in-8° de 26 p.). Liège, Desoer (Auteur M. de la S.). 38679

HIRSCH. — *Concours de la Ville de Paris pour la suppression des fumées produites par les foyers des chaudières à vapeur. Rapport de la Commission technique*. Rapporteur, M. Hirsch. (Revue de Mécanique, pages 337 à 350, avril 1898; pages 605 à 630, juin 1898; pages 283 à 303. septembre 1898; pages 648 à 666; décembre 1898) (in-4° de 80 p.) (A. Brull M. de la S.). 38694

POINCARÉ (H.)., LEROY (Ed.) et VINCENT (G.). — *Théorie du potentiel Newtonien;* Leçons professées à la Sorbonne pendant le premier semestre 1894-1895, par H. Poincaré. Rédigées par Edouard Leroy et Georges Vincent (Cours de Physique mathématique, de H. Poincaré, 12e fascicule). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1899 (Éditeurs). 38690

Sciences mathématiques.

BORAMÉ (L.) et JULIEN (A.). — *Tableau des efforts exercés tangentiellement à la roue motrice des véhicules automobiles suivant la charge (poids du véhicule compris), la montée et la vitesse*, par L. Boramé et A. Julien (1 feuille 550 × 360). Paris, Savary (Don des Auteurs). 38709

BORAMÉ (L.) et JULIEN (A.). — *Travail, en chevaux-vapeur, développé pendant la marche des véhicules automobiles suivant la charge (poids du véhicule compris), la montée et la vitesse, indépendamment des résistances passives engendrées par le système de transport adopté*, par L. Boramé et A. Julien (1 feuille 550 × 360), Paris, Savary (Don des Auteurs). 38710

L. S. — *Considerazioni e teoremi sulla funzione proporzionalità nel calcolo così elementare come differenziale ed integrale*, di L. S. (grand in-8° de 47 p.). Milano, tipografia e litografia degli Ingegneri, 1898 (Auteur). 38691

PLANAT (P.). — *Manuel de Perspective et Tracé des Ombres, à l'usage des Architectes et Ingénieurs et des Elèves des Écoles spéciales*, par P. Planat. Première partie. Perspective. Deuxième partie. Ombres (grand in-4° jésus 275 × 300 de 116-82 p.) (Bibliothèque de la Construction moderne. Publiée sous la direction de P. Planat). Paris, Aulanier et Cie (Éditeur M. de la S.). 38687

PLANAT (P.). — *Théorie des poutres droites en fer et ciment*, par P. Planat (Bibliothèque de la Construction moderne) (grand in-8° de 126 p.). Paris, Aulanier et Cie (Don de l'Auteur, M. de la S.). 38711

Sciences morales.

BEL (J.-M.). — *Mission au Laos et en Annam. — Annam. — Pays Khas. — Bas Laos*, par J.-M. Bel (Extrait du Bulletin de la Société de Géographie, 3e trimestre 1898) (in-8° de 30 p.). Paris, Société de Géographie, 1898 (Don de l'Auteur, M. de la S.). 38702

RECLUS (E). — *Nouvelle Géographie universelle. La terre et les hommes*, par Elisée Reclus (19 vol. petit in-4°). Paris, Hachette et Cie, 1876 à 1894. 38737 à 38755

Technologie générale.

Association Française pour l'avancement des Sciences. Conférences de Paris. Compte rendu de la 27e session. Première partie. Documents officiels. Procès-verbaux (in-8° de CXVIII-330 p. avec 1 pl.). Paris, au Secrétariat de l'Association et chez MM. G. Masson et Cie, 1899. 38684

Technologie générale.

LAMI (E.-O.). — *Dictionnaire encyclopédique et biographique de l'Industrie et des Arts industriels*, par E.-O. Lami (8 vol. petit in-4° et 1 supplément). Paris, Librairie des Dictionnaires, 1881 à 1888 et 1891. 38725 à 38733

NANSOUTY (MAX DE). — *L'Année industrielle. Découvertes scientiques et Inventions nouvelles en 1898*, par Max de Nansouty (in-8° de 306 p.). Paris, F. Juven, 1899 (Don de l'Éditeur). 38718

PARODI (F.-M.). — *Il XX Congresso della Association internationale littéraire et artistique, Torino, 21-27 settembre 1898*, per Ing. Francesco M. Parodi (Estrate dal giornale « Il Monitore Tecnico » di Milano) (in-8° de 13 p.). Milano, Ditta Giovani Gussoni, 1898 (Auteur). 38685

RÖHRIG (E.). — *Dictionnaire technologique français, allemand, anglais*, par Erneste Röhrig. Troisième édition (3 vol. grand in-8°). Paris, Baudry et Cie, 1886 à 1891. 38734 à 38736

Siebenunddreissigstes Bulletin der Gesellschaft ehemaliger Studierender des Eidgenössischen Polytechnikums in Zürich. Dezember 1898 (in-8° de 56 p.). 38700

SOMASCO (Ch.). — *Résumés de causeries familières. 1er fascicule. Le dessin*, par Ch. Somasco (Bibliothèque du jeune ouvrier) (grand in-8° de 51 p.). Creil, École gratuite de Travail manuel, 1899 (Auteur M. de la S.). 38688

The Journal of the Iron and Steel Institute. Vol. LIV. N° II, 1898 (in-8° de 624 p.). London, E. and F.-N. Spon, 1899. 38697

Transactions of the American Society of Civil Engineers. Vol. XL. December 1898 (in-8° de VI-580-X p.). New-York, Published by the Society, 1899. 38707

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU MOIS DE FÉVRIER 1899

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 3 FÉVRIER 1899

Présidence de M. G. Dumont, Président.

La séance est ouverte à huit heures trois quarts.

Au sujet de la communication de M. N. de Tédesco, faite à la dernière séance, M. P. Regnard demande la permission de présenter une petite observation relativement à la résistance des voûtes et autres pièces en ciment armé. Il lui semble qu'on n'a pas fait mention des causes qui font le succès très mérité de cette innovation, et qu'on n'a pas suffisamment insisté sur un point auquel il attache une certaine importance. C'est que les portions de métal, dans un semblable ouvrage, travaillent à la compression, donnant une résistance incomparablement supérieure à celle qu'elles donneraient sans l'adjonction, par le seul fait qu'elles sont emprisonnées dans un entretoisement total. Tout le monde connait l'expérience qui consiste à percer un sou en frappant sur une aiguille qui traverse un bouchon de liège; on fait subir à l'aiguille, par suite de la suppression du flambage, une pression considérablement plus grande. Il en est de même de toutes les pièces de fer qu'on emprisonne dans du ciment, et qui, ne pouvant bouger par le flambage, donnent une résistance incomparablement supérieure à celle qu'elles ont dans les autres cas.

M. le Président dit que M. P. Cottancin ayant annoncé son intention de présenter des observations au sujet de cette très intéressante question du ciment armé, M. Regnard pourra y joindre utilement ses propres observations.

Le procès-verbal de la précédente séance est ensuite adopté.

M. le Président a le très grand regret d'annoncer le décès de plusieurs de nos Collègues. Ce sont :

M. R. Llatas y Riera, Membre de la Société depuis 1877, Membre honoraire depuis 1890, a été Président de l'Association des Ingénieurs Industriels de Barcelone et Ingénieur de la voie au chemin de fer du Nord de l'Espagne;

M. Ch.-P.-J. Carron, Membre de la Société depuis 1874, a été Administrateur-Directeur de la Société Anonyme des Papeteries, et maire du Pont-de-Claix;

M. G.-B. Lelubez, Membre de la Societé depuis 1886, a été Ingénieur-Constructeur, ponts et charpentes en fer;

M. Francis Brault, Membre de la Société depuis 1873, s'est occupé des moteurs hydrauliques, roues et turbines, des moulins à blé.

En 1870, il se distingua dans le service des moulins du siège de Paris. Il était associé avec MM. Teisset, Membre de notre Société, et Gillet. Il donna un grand développement à la construction des cylindres en acier pour le broyage du blé. Il fut nommé chevalier de la Légion d'honneur à la suite de l'obtention d'un grand prix à l'Exposition universelle de 1889. A été Président de la Chambre de Commerce d'Eure-et-Loir.

M. le Président a le plaisir d'annoncer que les Collègues dont les noms suivent ont été l'objet de distinctions honorifiques :

M. Borja de Mozota a été nommé chevalier de la Légion d'honneur;

M. U. Fuentes-Birlayn a été nommé Commandeur de Charles III d'Espagne, pour services rendus à la défense de Cuba;

M. G. Hanarte, a été nommé chevalier de l'ordre de Léopold de Belgique.

M. le Président est heureux de faire part des nominations et récompenses suivantes :

M. J. Dybowski a été nommé Directeur du Jardin colonial d'essai de Vincennes;

M. R. Jacquemart a été nommé Conseiller du Commerce extérieur.

Ont été nommés Membres du Comité d'admission de l'Exposition de 1900 : Classe 18, M. Ch.-A. Girard. Classe 23, M. E. Labour. Classe 29, M. Dardenne. Classe 63, M. R. Jacquemart. Classe 64, M. Raty. Classe 65, M. Bertin-Mourot. Classe 87, M. Deschiens. Classe 106, M. E. Cacheux.

M. G. Hanarte a, au grand concours du génie civil de la dernière exposition de Bruxelles, obtenu le Prix et le Diplôme spécial pour solution donnée à la question relative à la sécurité et à l'hygiène des travailleurs par la ventilation ordinaire et intensive.

Enfin, M. le Président fait connaître que, l'année dernière, M. Lecomte a obtenu au Congrès de la Société technique de l'Industrie du gaz en France, un prix de 500 *f* avec médaille en bronze et diplôme, pour son invention du Bunsen Lecomte; l'annonce de cette récompense avait été omise l'année dernière.

M. le Président annonce que parmi les livres reçus, dont la liste est jointe, par ordre de spécialité, au présent procès-verbal, il signale tout particulièrement le don fait par Mme Vve Léonce Vée de 207 volumes, parmi lesquels figurent les bulletins de la Société depuis sa fondation jusqu'à nos jours.

M. le Président donne communication d'une lettre par laquelle notre Collègue M. Émile-Louis Roullet, nous informe qu'il vient d'obtenir au concours la construction d'un grand lazaret, sur les bords de la mer Rouge, et qu'il avait pour concurrents un Ingénieur anglais et un Ingénieur allemand. Ce lazaret est destiné à recevoir les pèlerins mahométans qui se rendent à la Mecque. C'est un établissement très important dont notre Collègue se propose d'offrir la photographie à notre Société.

Le Président félicite M. Roullet de son succès et le remercie de vouloir bien nous promettre de nous tenir au courant de ce travail intéressant.

M. le Président annonce que la Société a été invitée à se faire représenter au Cinquantenaire de la Société des Ingénieurs et Architectes autrichiens. Il propose de nommer une délégation de quatre Membres composée de : M. le chevalier Th. de Goldschmidt, M. F. Gerstner et M. E. A. Ziffer, qui résident à Vienne, et de M. F.-A. Jacqmin, qui habite Paris, mais qui pourra se rendre à Vienne à l'époque du Cinquantenaire.

Ces propositions sont adoptées.

M. le Président informe ses Collègues qu'ils ont également à nommer des délégués au Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, qui doit se tenir à Boulogne le 21 septembre prochain. Il propose de désigner MM. Jannettaz, Soreau et Arbel, et il ajoute que si d'autres Collègues désiraient faire partie de la délégation il les prie de bien vouloir l'en informer.

M. le Président fait connaître qu'un Congrès international pour l'enseignement commercial, se tiendra à Venise au mois de mai 1899 et que ceux de nos Collègues qui voudraient y assister trouveront au Secrétariat les renseignements nécessaires.

Enfin, M. le Président annonce qu'il a reçu de M. Résal, qui dirige les travaux du pont Alexandre III, l'invitation de venir visiter cet important ouvrage pendant le montage de l'ossature métallique, c'est-à-dire à un des moments les plus intéressants de cette importante construction.

Il remercie M. Résal, avec lequel il va se mettre d'accord pour la date d'une visite collective dont les Membres de la Société seront informés par circulaire spéciale ou par une insertion au procès-verbal.

M. le Président, pour répondre à la crainte exprimée par certains de nos Collègues, fait part d'une lettre de M. Courret, photographe, qui donne à nos Collègues toute garantie en ce qui concerne la propriété de leur photographie et il les prie en conséquence de faire faire leur portrait, que nous réclamons instamment pour l'album du Cinquantenaire.

M. le Président rappelle que, dès maintenant, il existe, au premier étage de notre Hôtel, à côté de l'ascenseur, une salle annexe de la bibliothèque qui est consacrée aux catalogues et à certains périodiques. On peut y faire sa correspondance.

M. le Président rappelle que ses Collègues ont à nommer trois Membres pour le Jury du Prix Couvreux. Ce Jury se compose du Président de la Société, des quatre Vice-Présidents et de trois Membres, qui doivent être nommés dans la première séance du mois de février.

M. le Président propose trois noms qui semblent devoir réunir les suffrages; ce sont : M. Couvreux, l'un des fondateurs du Prix; M. Hersent et M. Bodin.

Ces trois Collègues sont nommés Membres du Jury, qui se trouve ainsi complété.

M. le Président donne la parole à notre ancien Président, M. F. Reymond, pour une communication intéressant l'Exposition de 1900.

M. F. Reymond dit que la Société des Ingénieurs Civils a demandé, dans la classe 29, un emplacement suffisant pour sa propre exposition. Mais il croit devoir appeler l'attention de tous nos Collègues sur l'intérêt que présenteraient, pour notre Société, leurs expositions individuelles dans cette même classe 29. Il est évident, en effet, que la plupart des projets qui seront exposés par les Ponts et Chaussées ont été exécutés par des Membres de notre Société, et c'est ce qu'il s'agirait de montrer.

Ainsi M. Hennebique, qui nous a fait, à la séance dernière, une communication intéressante, suivie d'une visite aux principaux travaux exécutés par lui, a promis de donner une exposition étendue et intéressante. D'autres peuvent le faire, car le délai accordé pour les demandes, qui devait être clos à la fin du mois de janvier dernier, a été prolongé jusqu'au 15 février. M. Reymond attire également l'attention des Membres de la Société sur l'intérêt que présentera l'exposition rétrospective et les invite à y faire figurer leurs travaux antérieurs à l'année 1889.

M. le Président remercie notre ancien Président et espère que son appel sera entendu par tous les Membres de la Société.

M. le Président donne ensuite la parole à M. F. Manaut pour sa communication, présentée en collaboration avec M. L. Roman, sur *le Gazogène au bois Riché à distillation renversée.*

M. F. Manaut explique tout d'abord que M. Riché, exploitant à la fois un moulin à farine et une usine de distillation de bois pour la fabrication de l'acide pyroligneux et autres dérivés, fut conduit à essayer d'utiliser les gaz provenant de la distillation du bois pour alimenter un moteur à gaz Matter de 8 *ch*, qui développa ainsi 3 *ch*. En présence de ces résultats, M. Riché fut amené tout d'abord à essayer d'épurer, par la chaux, le gaz, avant de l'utiliser; le prix de revient de cette épuration lui fit abandonner cette voie et il essaya de préparer le gaz pour lui-même, sans chercher à recueillir les autres produits de la distillation du bois.

L'appareil que M. Riché fut ainsi conduit à étudier et à construire est le gazogène au bois et à distillation renversée.

Cet appareil, tel qu'il se construit actuellement, se compose d'un fourneau en maçonnerie dans l'intérieur duquel sont placées, verticalement, des cornues en fonte composées de trois parties; la partie supérieure cylindrique ayant 0,30 *m* de diamètre et 1,50 *m* de hauteur, la partie médiane tronconique ayant 1,30 *m* de hauteur, 0,30 *m* de diadiamètre à la base supérieure et 0,12 *m* à la base inférieure; enfin, la partie inférieure constituée par un pied spécial permettant le dégagement des gaz par une tubulure latérale horizontale, et la sortie du charbon de bois, résidu, par une ouverture munie d'un tampon maintenu par un étrier à vis.

Ces cornues, dont le nombre varie avec la puissance de l'appareil, sont chauffées extérieurement par un ou deux foyers dans lesquels le charbon est chargé en couches épaisses, ou, quand il s'agit de grands gazogènes, par un petit foyer Siemens; les gaz provenant de la combustion pénètrent d'abord dans une chambre placée au centre du massif de maçonnerie, où ils se dépouillent de leur oxygène et se refroidissent jusqu'à environ 1 000°, avant de pénétrer dans les gaines contenant les cornues, pour gagner ensuite la cheminée du gazogène.

Afin de faciliter le remplacement des cornues, et de permettre leur dilatation sous l'action de la chaleur, celles-ci sont maintenues verticalement dans les gaines à l'aide d'une plaque sur laquelle elles s'appuient par les brides servant à réunir la partie cylindrique et la partie tronconique de ces cornues.

M. Manaut complète la description du gazogène à l'aide de projections montrant les coupes et plans des gazogènes installés à Ivry-la-Bataille et à la Compagnie Centrale des Émeris et Produits à polir.

Il indique ensuite le fonctionnement de l'appareil dans lequel on introduit d'abord une charge de charbon de bois jusqu'à la hauteur du joint médian, puis une charge de 10 *kg* de bois environ.

Sous l'action de la chaleur, l'eau hygrométrique du bois distille d'abord; puis le bois se décompose en donnant naissance à une série de produits tels que l'acide acétique, l'alcool méthylique, l'acétone, les goudrons, l'oxyde de carbone, l'acide carbonique, le méthane, l'éthylène, l'hydrogène, etc.

Ces gaz et vapeurs ne trouvant aucun orifice à la partie supérieure de la cornue, sont obligés de traverser cet appareil de haut en bas et, par suite, de filtrer sur la colonne de charbon incandescent contenue dans la partie tronconique; ils se trouvent soumis, pendant ce passage, à l'influence physique de la température croissante et à l'action chimique du charbon de bois incandescent; sous cette double influence, il se produit toute une série de décompositions et, finalement, il sort de la cornue un mélange de gaz permanents contenant de l'oxyde de carbone, de l'acide carbonique, de l'hydrogène et du méthane; c'est ce mélange qui constitue le gaz au bois Riché, dont la puissance calorifique est d'environ 3000 calories; le poids de ce gaz oscille dans les environs de 800 *g* le mètre cube suivant la quantité d'acide carbonique qu'il contient.

Les essais faits par M. Meunier, chef des travaux chimiques à l'École Centrale, ont montré que l'inflammabilité de ce gaz ne se produisait au contact d'un corps en ignition que quand la proportion du mélange

de gaz Riché et d'air était comprise entre 12,75 0/0 et 51 0/0. Le maximum d'explosibilité se produit quand le mélange contient 32 0/0 de gaz. La température de la flamme de ce gaz est de 2 000° environ.

M. Manaut cite ensuite diverses applications du gaz Riché à l'éclairage (incandescence avec manchons Auer, carburation à l'aide d'hydrocarbures légers); puis les applications industrielles réalisées comme chauffage, dans l'alimentation des forges à gaz ou de fours divers, et dans le flambage des fils. Mais le gros succès du gazogène Riché est dans la production de la force motrice; à ce moment, on projette une série d'installations fonctionnant industriellement, entre autres, celle de la Scierie française de Calais (gazogène de 50 m^3, moteur à gaz Charon de 50 *ch*), celle de l'usine « La Marguerite », à Ivry-la-Bataille (gazogène à 6 cornues, moteur à gaz Charon de 35 *ch*), celle de la Propriété de Souk-Ali, à Boufarik (gazogène à 2 cornues, moteur Charon de 8 *ch*), etc., etc.

Après avoir indiqué que le gazogène Riché n'a pas la prétention de remplacer partout les gaz pauvres et la machine à vapeur pour la production de la force motrice, M. Manaut montre que, dans certains cas particuliers, il y a un avantage économique considérable à adopter ce procédé. Il cite, en effet, l'installation faite par la Société Générale des Industries économiques à la Scierie Française de Calais, avec un gazogène Riché à huit cornues, dont six en fonctionnement normal, distillant les déchets de bois de la scierie et alimentant un moteur à gaz Charon de 50 *ch* qui, aux essais, a développé une puissance de 55,25 *ch*, effectifs. En tenant compte de la revente du charbon de bois produit, l'installation de cette force motrice procure à la Scierie Française un revenu annuel d'environ 4 000 *f*, le moteur fonctionnant vingt heures par jour et pendant toute l'année.

M. Manaut montre ensuite que, dans les conditions ordinaires de la pratique, le prix du mètre cube de gaz revient à un prix variant entre 0,015 *f* et 0,035 *f*, ce qui remet le prix du cheval-heure à 0,03 *f* environ, en admettant pour le moteur Charon, d'après les garanties données par la Société Générale des Industries économiques, une consommation de 900 *l* de gaz Riché par cheval et par heure.

M. Manaut termine sa communication en offrant de mettre à la disposition de ses Collègues tous les renseignements concernant les installations déjà faites. Ces renseignements seront, du reste, insérés dans le manuscrit qu'il a remis pour le *Bulletin* de la Société.

Il indique ensuite que l'avenir de ce procédé de production de force motrice semble être assuré par le développement qu'il devra prendre forcément, surtout dans nos colonies, puisqu'il permettra d'employer directement les produits mêmes du sol, sans avoir besoin de recourir à la houille ou autres combustibles minéraux dont le prix, rendus à pied d'œuvre, est, la plupart du temps, prohibitif pour une installation mécanique même de faible importance. Il montre, à ce sujet, qu'une forêt de 300 *ha* exploitée par coupes successives, en vingt années, permet, par l'utilisation de la charbonnette produite, d'alimenter une force motrice de 50 *ch* marchant, toute l'année, vingt-quatre heures par jour.

En terminant, M. Manaut rend hommage à son collaborateur, M. Ro-

man, et au mérite de M. Riché, savant modeste qui travaille dans sa retraite de Gisors et prépare, par ses recherches incessantes, de nouvelles inventions qui, il faut l'espérer, n'auront, pas plus que le gazogène Riché, besoin de passer par l'étranger pour recevoir la consécration de l'expérience industrielle.

Enfin, M. Manaut informe les Membres de la Société qu'il aura le plaisir de les inviter dans les premiers jours de mars à une démonstration pratique effectuée dans Paris même, à l'usine de la Compagnie Centrale des Émeris et Produits à polir, 133, boulevard Sérurier.

M. le Président remercie M. Manaut d'avoir présenté d'une façon très complète les progrès apportés à la fabrication du gaz au bois, dont les membres de la Société connaissaient d'ailleurs le principe, puisque M. Mallet avait donné une analyse du système Riché dans la Chronique du *Bulletin* du mois de février 1896. M. Manaut a résumé avec beaucoup de clarté l'état actuel de la question ainsi que les importantes améliorations apportées par l'inventeur; nous le remercions vivement de son intéressante communication.

Comme il n'est pas douteux que cette communication provoquera une discussion et comme, d'autre part, nous avons à entendre une autre communication importante sur l'acétylène, M. le Président demande à ses Collègues de vouloir bien reporter à une séance ultérieure les observations auxquelles pourraient donner lieu les deux communications.

M. le Président, avant de donner la parole à M. Hubou sur *l'Acétylène et ses applications*, croit devoir rappeler que MM. Trouvé et de Perrodil nous avaient fourni déjà certains renseignements sur cet intéressant sujet, mais que, depuis leurs communications, des expériences ont été faites, des progrès intéressants ont été apportés à la construction des appareils, ce qui rendait utile de mettre la Société au courant de l'état actuel d'une question dont personne ne conteste l'intérêt au point de vue industriel.

M. E. Hubou constate d'abord que les industries du carbure de calcium et de l'acétylène se développent de jour en jour. On obtient une augmentation de rendement du carbure de calcium en adoptant des fours électriques à marche continue et en employant des courants d'intensité croissante qui vont jusqu'à 6 000 ampères.

Le prix de revient du carbure à l'usine n'est pas inférieur à 350 *f* la tonne. Ce chiffre, dans l'état actuel, n'est pas exagéré, si on considère les frais considérables qu'exige l'installation de l'usine: achat ou location des chutes d'eau, aménagement des conduites, installation des turbines, des dynamos, des fours; prix à pied d'œuvre des matières, chaux et coke ou anthracite, qui doivent être de premier choix; entretien des fours, renouvellement des électrodes; main-d'œuvre, frais généraux, bénéfice de la Société.

La tonne, payant environ 120 *f* de transport des usines de la Savoie à Paris, y revient donc, au minimum, à 470 *f*. En fait, le prix de vente est plus élevé; les demandes de carbure dépassant la production, le prix actuel n'est pas de moins de 650 *f* la tonne.

Les carbures commerciaux sont de qualités diverses. Ceux qui sont

de bonne qualité, les carbures bien fondus, homogènes, à cassure nettement cristalline et à reflets mordorés rendent, au kilogramme, un peu plus de 300 *l* d'acétylène à 0° et 760 *mm*. Ceux qui sont de qualité inférieure ne rendent que 250 *l* en moyenne. C'est une perte de 50 *l* par kilogramme qui, pour une installation de cent becs, par exemple, brûlant 20 *l* à l'heure, se traduit par une augmentation de dépense de près de 2 000 *f* par an. Il est donc indispensable de n'acheter que du carbure d'excellente qualité. Mais pour que les usines puissent toujours le livrer tel, il faudrait qu'elles aient l'utilisation du carbure de qualité inférieure; sinon, en comptant que ce carbure inférieur intervienne pour 15 0/0 seulement dans la production totale, ce serait, pour une production de 3 000 *t*, 450 *t* qui resteraient sans emploi. Ici donc se pose, comme dans toutes les grandes industries chimiques, le problème de l'utilisation des résidus d'usine. M. Hubou se propose d'en donner prochainement à la Société une solution qui permettra, par sa réalisation, d'affirmer la supériorité d'une marque de fabrication de carbure d'excellente qualité.

La question du transport du carbure de calcium n'est pas encore résolue: elle est appelée, cependant, à jouer un rôle capital dans le développement de cette industrie. Nous avons, en France, un centre de fabrication admirable, la région des Alpes françaises, d'où ce produit peut facilement s'exporter par les lignes suisses, allemandes, belges et autrichiennes. Une tonne de carbure transportée de l'Isère à Hambourg, par exemple, ne revient pas à plus de 50 *f* de transport. Il est moins facile de l'exporter de France par mer, à moins de charger soit sur voiliers, soit sur de petits vapeurs. Les Compagnies françaises de navigation maritime n'en acceptent le transport que par petites quantités et comme marchandise de pont, c'est-à-dire à double tarif, ou bien elles ne l'acceptent pas du tout, contrairement à ce que font les Compagnies maritimes américaines, allemandes et italiennes. C'est ainsi que les ports du Havre, de Liverpool, d'Anvers reçoivent fréquemment des chargements de 50 et de 100 *t* de carbure américain dont le fret, de New-York, n'excède pas 30 *f*. Il est donc indispensable que l'emballage du carbure de calcium soit tellement étanche qu'il ne puisse soulever aucune objection au sujet de son transport. M. Hubou appelle l'attention de ses Collègues sur l'opportunité d'un dispositif bien étanche permettant l'embarquement et le transport du carbure sans crainte d'accidents. Il examine enfin les précautions à prendre pour l'ouverture sans danger des bidons de carbure.

M. Hubou passe ensuite à l'examen des appareils de production du gaz acétylène en établissant d'abord les conditions pratiques qu'ils doivent réaliser. Il cite comme exemple les essais faits à la dernière exposition de l'Imperial Institut de Londres et certaines modifications aux règlements anglais de 1897.

Il décrit ensuite plusieurs appareils producteurs du gaz acétylène, en les montrant à la fois par une série de projections et en fonctionnement régulier: en particulier, ceux de MM. Fourchotte, Deroy, Luchaire, Turr, Reibel et de la Société de l'Acétylène dissous.

Il examine ensuite les applications de l'acétylène à l'éclairage en éta-

diant les différents becs à acétylène, soit brûleurs directs, soit brûleurs à mélange d'air, et les fait fonctionner avec le gazogène Luchaire et de Résener, l'appareil *Minimus* de M. Deroy, ceux de la Société Internationale de l'Acétylène et de la Compagnie Urbaine d'Éclairage par l'acétylène. Il montre ensuite différents modèles de lampes présentés par cette dernière Compagnie : lanterne à quatre becs conjugués pour chantiers de travaux publics, lampe portative pour la voie, lampe de signaux à main, lanterne de voiture. Il fait fonctionner également un brûleur à incandescence, un fourneau à acétylène et des fers à souder avec ou sans soufflerie

Il termine en établissant la comparaison de l'éclairage par les différents illuminants et donne le résumé de tableaux indiquant les dépenses de consommation, d'une part avec le gaz de houille brûlant soit avec les becs papillons ordinaires, soit avec les becs à incandescence, et, d'autre part, avec le gaz acétylène brûlant soit à l'air libre, soit lui-même à l'incandescence. Il fait voir que si l'éclairage à l'acétylène brûlant à l'air libre est plus coûteux que l'éclairage au gaz de houille avec les becs Auer, l'augmentation de dépense est moindre que celle qui est indiquée ordinairement ; enfin, que si l'acétylène est lui-même brûlé dans un bec à incandescence, ce qui permet d'obtenir le carcel-heure avec 2,5 *l* à 3 *l* au lieu de 7,5 *l*, la différence devient sensiblement nulle : l'on a, avec les becs à incandescence, la même lumière avec de l'acétylène à 2 *f* le mètre cube et du gaz de houille à 0,20 *f*.

Il finit sa communication en montrant les progrès que fait l'acétylène sur les chemins de fer de l'État prussien et en disant que l'acétylène est devenu maintenant un agent de lumière à la portée de tous, destiné, par ses qualités, à prendre un rang éminent à côté du gaz, du pétrole et de l'électricité.

M. le Président remercie vivement de son intéressante communication M. Hubou, qui étudie depuis longtemps cette question de l'acétylène, et qui la possède très bien. Elle sera insérée au *Bulletin*, et nos Collègues y trouveront des renseignements détaillés qui n'ont pu être développés en séance par M. Hubou.

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admission de MM. H. Bouron, H.-L. Daguerre, A. Dumas, J.-L. Flocon, H.-C.-J. de Cordemoy, Ph. Lafon, A.-I. Lebard, J.-G.-A.-D. Le Bris, P.-J.-B. Martin, V.-A. Serra, comme Membres Sociétaires.

MM. H. Carpentier, J.-M. Clair, A. Corot, E. Croharé, A. Debray, D. Delvaux, D. Duchez, P. Fleury, J. Fournier, C. Gernaert, J. Hallé, Holroyd-Smith, G. Lafontaine, F. Lecerf, J. Lévêque, R. Peironcely, G. Rebut, G. Risler, C. Sampaio, M. de Souza, L. Vergé, E. Vivez, H. de Vorges, sont reçus Membres Sociétaires, et MM. L. Couvreur et A. Doucède Membres Associés.

M. le Président est heureux d'annoncer qu'à la suite du vote qui vient d'avoir lieu, M. G. Forestier, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, est élu Membre honoraire de la Société.

La séance est levée à minuit.

Le Secrétaire,
Georges Courtois.

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 17 FÉVRIER 1899

Présidence de M. G. Dumont, Président.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. le Président prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

La mort de M. Félix Faure, Président de la République Française, a provoqué d'unanimes sentiments de regrets et d'estime.

Le Président, à différentes reprises, a donné à notre Société de réelles marques d'intérêt.

Il a inauguré cet Hôtel le 14 janvier 1897.

Vous avez tous présentes à l'esprit les paroles si cordiales qu'il nous adressait le 11 juin 1898 dans la séance solennelle de notre Cinquantenaire.

Nous lui remettions le 30 janvier dernier, M. Loreau et moi, le compte rendu de cette cérémonie ; et, à cette occasion, M. Félix Fauré nous chargeait de vous transmettre de nouveau sa sympathique bienveillance.

Votre Président et votre Bureau ont officiellement exprimé, ce matin, en votre nom, à l'Élysée, nos sentiments de respectueuse condoléance et je vous propose de lever la séance en signe de deuil. *(Assentiment unanime).*

Messieurs, la séance est levée.

Le Secrétaire,
R. Soreau.

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 24 FÉVRIER 1899

Présidence de M. G. Dumont, Président.

La séance est ouverte à 8 heures et demie.

M. le Président remercie les nombreux Collègues qui ont bien voulu se joindre au Bureau pour assister hier aux funérailles de M. le Président de la République Française. Plus de cent Membres de la Société ont accompagné dans le cortège la couronne que nous avons déposée sur la tombe de M. Félix Faure, pour rendre un dernier hommage au Chef de l'État. Les Ingénieurs Civils n'oublieront pas qu'à diverses reprises il avait bien voulu témoigner le grand intérêt qu'il prenait à la Société et à ses travaux.

Avant la cérémonie, M. le Président s'était fait notre interprète auprès de Mme Félix Faure, en lui exprimant nos sentiments de respect et de regrets dans les termes suivants :

« Madame,

» J'ai l'honneur, au nom de la Société des Ingénieurs Civils de France, de vous prier de bien vouloir agréer l'expression de notre profonde douleur pour la perte cruelle qui vous atteint, en frappant la France tout entière.

» Daignez aussi, Madame, recevoir le triste hommage de notre sympathie la plus respectueuse.

» *Le Président de la Société des Ingénieurs Civils de France,*

» G. Dumont. »

M. le Président donne connaissance des télégrammes et lettre échangés entre l'Association des Ingénieurs Civils Portugais et notre Société.

« *Société des Ingénieurs Civils de France.*

» Association Ingénieurs Civils Portugais désolée décès Président Faure, fait des vœux tranquillité France Président Loubet.

» Carvalho, *Président.* »

« *Président Association Ingénieurs Civils Portugais.*

» Société Ingénieurs Civils Français vous remercie de sympathique condoléance et de vos vœux sincères.

» Dumont, *Président.* »

» *M. Dumont, Président de la Société des Ingénieurs Civils de France.*

» J'ai l'honneur de vous confirmer la dépêche que je viens de vous adresser.

» Le bon souvenir de la cordiale réception faite par votre Société à

nos délégués, à l'occasion de votre jubilé de l'année dernière, *fête de famille* comme vous l'avez appelé, nous a conduits naturellement à vous transmettre l'expression de notre condoléance et de nos vœux au moment difficile que la France vient de traverser.

» Veuillez donc, Monsieur le Président, nous honorer en agréant ce témoignage de notre reconnaissance et de notre sympathie.

» *Le Président*,

» AUGUSTE LUCIANO DE CARVALHO. »

M. LE PRÉSIDENT a le regret d'annoncer le décès de MM.

Le comte A. de Chambrun, Membre honoraire depuis 1895, officier de la Légion d'honneur, ancien député, ancien sénateur, fondateur du Musée social;

Bippert Th., Membre depuis 1855, a été Ingénieur en chef des Chemins de fer Lombards-Vénitiens, et des Chemins de fer du Sud de l'Autriche;

Doppelmair G., Membre depuis 1898, a été fondateur et administrateur de différentes Sociétés industrielles en Russie, administrateur de la Société Métallurgique de la Sibérie Orientale.

M. LE PRÉSIDENT a le plaisir d'annoncer les nominations suivantes:

M. J. Dybowski a été nommé Grand' Croix du Nicham Iftikar;

M. J.-L.-A. Desmarets a été nommé Officier d'Académie.

Il signale ensuite le don de 40 *f* fait par M. F.-A. Lecerf à l'occasion de sa récente admission, et porte à la connaissance de la Société les communications suivantes :

1° M. le Ministre des Colonies annonce la mise en adjudication, le 14 mars, de l'outillage nécessaire à l'établissement d'un atelier de réparation à la gare de Phu-Lang-Thuong; le cahier des charges est déposé au Secrétariat;

2° M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts annonce que le Congrès des Sociétés savantes aura lieu à Toulouse, du 4 au 8 avril, et indique dans quelles conditions les délégués pourront obtenir un billet à demi-place; les demandes devront être parvenues au Ministère avant le 1er mars;

3° Le Touring-Club de France envoie une circulaire relative à une proposition d'unification des chaines de transmission;

4° Le Syndicat professionnel des Industries électriques reporte au 1er mai le concours pour un coffret avec prise de courant universelle pour le ravitaillement des automobiles électriques;

5° La Chambre de Commerce de Rouen met au concours, le 19 mai, un engin de levage de 80 *t* de puissance;

6° La Société de Géographie d'Alger adresse le questionnaire provisoire du Congrès national des Sociétés françaises de Géographie, qui se tiendra à Alger du 26 mars au 2 avril;

7° L'Association des Chimistes de sucreries et de distilleries de France et des Colonies annonce que le prochain Congrès de Paris se tiendra au Grand Hôtel, les 2 et 3 mars;

8° M. Grosseteste signale un phénomène naturel découvert en 1835, à Argostoli, où des fissures dans la roche calcaire du rivage absorbent l'eau de mer, et établissent un courant continu qui a pu, dès cette époque, être utilisé par une roue hydraulique. Les particularités de ce phénomène et les hypothèses propres à l'expliquer ont été résumées par notre Collègue au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, tenu à Saint-Étienne en 1897.

Avant de donner la parole à M. Armengaud et à M. Janet, M. le Président se félicite de voir que nos invités, et les dames en particulier, ont répondu en aussi grand nombre à notre appel; il les en remercie.

La séance présente, d'ailleurs, un très grand intérêt. M. Armengaud jeune va expliquer par quelles transformations ont passé ces chemins roulants, dont la plate-forme mobile de l'Exposition constituera le type le plus perfectionné, en même temps qu'elle sera l'une des attractions les plus goûtées du public. Puis M. Janet, Directeur du Laboratoire central et de l'École supérieure d'Électricité, donnera de savantes explications sur les curieuses applications des courants de haute fréquence et des oscillations électriques, notamment sur la télégraphie sans fil. Ce sont des phénomènes dont la théorie est compliquée, mais le talent de M. Janet et les expériences de notre Collègue M. Ducretet, faites avec les appareils qu'il a construits, nous rendront accessibles toutes ces questions qui intéressent à un si haut point le monde savant.

La parole est donnée à M. Armengaud pour sa commmunication sur *l'Historique des tentatives et des applications de la locomotion par entrainement continu (chemin mobile), jusqu'à la plate-forme électrique à deux vitesses destinée à l'Exposition de 1900.*

M. Armengaud jeune définit d'abord la locomotion par entrainement. Son caractère essentiel et fondamental est la continuité à la fois dans l'espace et dans le temps; elle doit répondre à cette condition nécessaire et suffisante qu'une personne puisse, à l'endroit ou à l'instant voulus par elle, se porter sur la chaussée mouvante ou la quitter, avec la faculté d'y circuler d'un mouvement relatif dans le sens de la translation ou dans le sens contraire, selon qu'elle veut augmenter ou retarder la vitesse de son déplacement absolu.

S'il s'agissait moins d'un système de locomotion pour les personnes que d'un engin destiné à transporter les marchandises, les antériorités au chemin qui marche se présenteraient en abondance : chaines à godets, norias, courroies, tabliers et, mieux encore, câbles aériens, dont l'usage tend à se répandre de plus en plus. Dans le même ordre d'idées, on serait en droit de rappeler les tramways funiculaires, si nombreux en Amérique, et dont on en connait l'application au funiculaire de Belleville, ainsi que les transporteurs à tabliers généralement employés pour les excavateurs, afin d'emmener au loin les déblais des terrassements.

Mais, pour trouver une première application de la voie par déroulement au transport des personnes, il convient de la chercher dans les plans inclinés mobiles. M. Armengaud cite l'ascenseur continu et incliné de l'Ingénieur Réno, appliqué en 1892 à l'extrémité du pont de Brooklyn,

et l'escalier mobile du Louvre, installé par notre Collègue M. Hallé. Puis il arrive aux tentatives faites directement dans le même but que celui de la plate-forme mobile, qui sera l'une des attractions de la prochaine Exposition.

La première tentative paraît due à M. Dalifol, dont le brevet remonte à 1880; son système repose sur l'emploi d'une machine fixe pour communiquer le mouvement à des planchers roulants qui doivent faire un parcours déterminé, de préférence un circuit fermé.

La priorité de l'entrainement par galets à axes fixes semble appartenir à un Américain, M. Bliven, dont la patente est du 1er septembre 1885; dans ce système, destiné à un carrousel, les panneaux articulés qui constituent le plancher circulaire sont entrainés par les roues d'une série de wagonnets; les essieux reçoivent leur propulsion par la friction de galets qui tournent sur place et agissent sur des plates-bandes médianes fixées aux dits wagonnets: le plancher tourne donc avec une vitesse double de celle des essieux. C'est ce principe d'entrainement différentiel que l'on retrouvera dans la plate-forme de Chicago.

En 1886, M. Blot imagina d'entrainer le plancher mobile par la friction de galets qui lui servaient en même temps de supports. La plate-forme devait subir toutes les deux minutes un arrêt de quelques secondes pour permettre aux voyageurs peu hardis de passer du trottoir fixe sur la voie mobile; elle recevait son mouvement de moteurs électriques.

Dans l'année 1887, et en vue de l'Exposition de 1889, M. Hénard proposa un système de train continu, également mû par l'électricité, mais avec des arrêts périodiques. Ce mouvement intermittent et par saccades aurait-il été goûté du public? Il est permis d'en douter.

Il restait donc à trouver un moyen de faire passer le voyageur du plancher fixe au plancher mobile, sans en interrompre le mouvement : tel est le but du train à gradins imaginé, en 1888, par MM. Wilhelm et Heinrich Rettig. On conçoit qu'en multipliant le nombre des gradins intermédiaires on peut arriver progressivement à atteindre pour le dernier une vitesse considérable, ce qui, selon l'intention de MM. Rettig, devait permettre aux voyageurs de monter dans un train express sans l'arrêter.

Tous ces systèmes de chemins mobiles étaient restés à l'état de projets, et il faut arriver à l'année 1893 pour voir la première application d'une plate-forme mobile au transport des foules. Cette application, due à deux ingénieurs américains, MM. Schmidt et Silsbée, a été faite à l'Exposition de Chicago, et répétée en 1896 à l'Exposition de Berlin. Les roues motrices étaient entrainées avec leurs essieux et les dynamomoteurs; il en résultait un poids mort inutile, et des interruptions dans le service pour la visite et la réparation des organes de propulsion. Quoi qu'il en soit, la plate-forme de Chicago fonctionna à la satisfaction du public. C'est pourquoi MM. Faure et Casalonga n'hésitèrent pas à en proposer l'application dans un projet qu'ils présentèrent en 1894 sous le nom de l'Électro-Métropolitain Parisien.

En 1894, M. Blot se décida, en vue de l'Exposition de 1900, à remanier son projet de 1886, et il s'adressa à nos Collègues MM. Guyenet et de Mocomble. Un syndicat d'études fut constitué, dont M. Armengaud

fut appelé à diriger les travaux. Dès le début, on s'aperçut que l'entraînement par les deux rails concentriques du système Blot soulève des difficultés presque insurmontables : M. Guyenet eut l'idée de les remplacer par une poutre axiale, fixée selon la ligne médiane aux trucks élémentaires de la plate-forme, dont les tronçons étaient reliés par des charnières à broche verticale. Tel fut le projet présenté à la Commission Supérieure de l'Exposition. M. de Mocomble trouva, en dernier lieu, une solution pratique et élégante pour la suspension élastique des galets de friction.

Dans l'intention primitive de M. le Commissaire Général, c'était seulement par un chemin de fer électrique qu'il s'agissait de desservir l'enceinte intérieure de l'Exposition comprise entre l'Esplanade des Invalides et le Champ-de-Mars. On ne pouvait donc prendre part au concours qu'en soumettant un projet combinant la plate-forme avec le chemin de fer électrique. C'est sur les bases de cette combinaison, étudiée par M. Maréchal, qu'a été constituée la Compagnie des Transports électriques de l'Exposition, à qui fut rétrocédée la concession primitivement accordée à M. de Mocomble, concession définitive pour le chemin de fer, mais subordonnée, pour la plate-forme, aux résultats obtenus avec une plate-forme d'essai.

Cette plate-forme, établie à Saint-Ouen, a été récemment visitée par les Membres de la Société, dont beaucoup pourront se reconnaître dans les projections cinématographiques que notre Collègue M. Gaumont fera dérouler devant nous. Elle ne ressemble qu'en apparence à celles de Chicago et de Berlin. Elle fusionne, pour ainsi dire, l'idée primitive de M. Blot, l'entraînement par la poutre axiale de M. Guyenet, et la suspension élastique des galets de friction de M. de Mocomble. Elle forme une piste ovale d'un développement de 400 *m* qui reproduit, par des courbes de 50 *m* de rayon et des rampes de 3 *mm*, les difficultés locales du tracé de la plate-forme définitive. Dans les expériences, les dynamos reçurent les courants triphasés d'un alternateur placé à 600 *m*, et la force motrice varia de 50 à 60 kilowatts, soit de 70 à 80 *ch*. Malgré les avantages des courants triphasés pour la simplicité de la construction des dynamos, puisqu'ils suppriment l'inconvénient des collecteurs et des balais, on reviendra sans doute aux courants continus pour faciliter le démarrage de la plate-forme, et pour avoir la faculté de diminuer ou d'augmenter les vitesses de translation selon les besoins du service et le plus ou moins de goût que prendront les visiteurs à ce nouveau mode de locomotion.

M. Armengaud signale deux systèmes, imaginés récemment, pour faciliter aux voyageurs le passage du plancher fixe à la voie mobile : le premier est un embarcadère rotatif dû à M. Thévenet Le Boul, Ingénieur des Ponts et Chaussées; le second est un marchepied épicycloïdal imaginé par M. Viétor, Ingénieur allemand.

La plate-forme de l'Exposition sera établie exactement d'après le modèle de Saint-Ouen. Son développement aura 3 400 *m*, et le nombre des moteurs sera de 200 environ; l'énergie viendra d'une usine centrale. Un viaduc de 7 *m* au-dessus du sol soutiendra la plate-forme; les visiteurs y auront accès par une dizaine de stations, à l'aide d'escaliers

fixes ou de planchers mobiles. A la vitesse de 8 *km*, la plate-forme fera un tour en 25 minutes et demie. Si l'on suppose quatre voyageurs par mètre courant, on voit qu'il passera par heure, en chaque point, 32 000 personnes. Si, au lieu de faire un tour complet, les visiteurs ne parcourent que les deux tiers du trajet, laissant libres les places supplémentaires, on est autorisé à penser que la plate-forme pourra transporter 50 000 personnes à l'heure.

Quel système de tramway ou de chemin de fer, conclut M. Armengaud, pourrait fournir un pareil rendement? Quels avantages la plate-forme ne procurera-t-elle pas au visiteur, toujours sûr d'y trouver de la place, pouvant s'engager sur la chaussée mobile ou la quitter sans être à la discrétion d'un cocher ou d'un conducteur? Le public aura l'entière indépendance de ses mouvements, et l'on peut dire de ce système qu'il réalise la liberté dans la locomotion.

M. le Président remercie notre Collègue M. Armengaud jeune du très intéressant historique qu'il vient de nous exposer. Il le prie de vouloir bien nous envoyer, pour être inséré dans notre Bulletin, un mémoire technique sur la plate-forme roulante de 1900, afin que nos Collègues puissent étudier dans tous ses détails cette intéressante construction.

Puis il donne la parole à M. Paul Janet pour sa communication : *Courants de haute fréquence et oscillations électriques ; télégraphie sans fil.*

M. P. Janet expose les principes sur lesquels repose l'étude des oscillations électriques et de la télégraphie sans fil, qui en est une application. Il rappelle que l'origine de ces recherches remonte à la découverte, faite vers 1850 par Helmholtz et Lord Kelvin, de la décharge oscillante d'un condensateur. Après avoir expliqué, par des analogies hydrauliques, la production de ces décharges, et insisté sur le rôle des isolants qui consiste dans une véritable élasticité électrique, il montre comment, par des dispositions très simple, on peut produire des décharges oscillantès dans un solénoïde, et en déduit certaines applications.

Abordant ensuite le phénomène de la résonance, il montre par quelques expériences de mécanique pure en quoi consiste ce phénomène dans le cas d'oscillations lentes (oscillations d'un pendule, par exemple). Transportant cette théorie aux oscillations électriques, il en fait l'application au résonateur du Dr Oudin, et réalise un certain nombre d'expériences qui dépendent toutes des hautes tensions et des puissants effets inductifs développés dans ces conditions.

Les oscillations obtenues au moyen des condensateurs (bouteilles de Leyde), atteignent au plus une fréquence de 100 000 par seconde : il est facile d'augmenter ce nombre en diminuant la capacité des conducteurs entre lesquels jaillit l'étincelle ; les effets sur l'isolant (ou sur l'éther) avoisinant deviennent alors suffisants pour que les oscillations se transmettent avec netteté, par l'intermédiaire de l'éther, sous forme d'ondulations analogues aux ondulations lumineuses. Le problème de la télégraphie sans fil consiste à trouver un révélateur de ces ondes assez sensible pour en permettre l'action à de très longues distances.

Après avoir dit quelques mots du révélateur de Hertz (résonateur à

étincelle), M. P. Janet expose les propriétés des tubes à limaille de Branly, qui sont actuellement les révélateurs les plus sensibles que l'on possède ; il passe ensuite à l'application de ces propriétés à la télégraphie sans fil et indique, sans entrer en aucune façon dans l'historique de la question, les principes sur lesquels repose cette application ; les appareils construits et perfectionnés par M. Ducretet servent à réaliser d'une extrémité de la salle à l'autre de très intéressantes expériences de transmission de signaux sans intermédiaire visible, expériences qui impressionnent vivement l'auditoire.

M. le Président est certain d'être l'interprète de l'Assemblée en remerciant chaleureusement M. Janet de nous avoir exposé, avec son talent et sa clarté coutumière, les phénomènes qui dérivent de la théorie des oscillations électriques, puis de nous avoir montré les applications qui peuvent en être la conséquence. Ces remerciements s'adressent aussi à notre Collègue M. Ducretet, le savant constructeur dont nous avons admiré les appareils, et qui donne l'exemple du travail si consciencieux de nos constructeurs français.

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de MM. L.-Ch. Beaudeveix, Ch.-E. Bernard, T.-B. Bourgue, R.-R.-O. Brémont, Ed.-P. Butts, A.-C. Cappe, P.-G. Carrier, L. Chambon, Ed. Delamarre-Deboutteville, E. Despas, E.-P. Douziech, G. Dulau, J. Faure-Beaulieu, E. Fungairino, M.-A.-A. Gontier, V.-N. Hicguet, A. Llatas, Ch. Legras, L.-P. Lemerle, H. Limousin, M. Louvel, B. Magalhaes, P.-E. Marchand, A.-D. Nettre, J.-V. Portet, Ch.-M.-E. Priestley, A.-G. Radenac, M. Raffard, A. Riester, J. Salomon, M. Serret, F. Tixier, E. Vedovelli, A. Villota y Baquiola, comme Membres Sociétaires; et de MM. Ch.-V. Bartaumieux, R. Dupoy, Ch. Fondu, E. Protin, J. Saint-Cric et Georges Salmon comme Membres Associés.

MM. H. Bouron, H. Daguerre, A. Dumas, J. Flocon, P. Lafon, J. Le Bris, P. Martin, V. Serra, J. de Cordemoy, A. Lebard, sont reçus Membres Sociétaires.

La séance est levée à 11 heures un quart.

Le Secrétaire,
R. Soreau.

DE LA
RÉSISTANCE A L'AVANCEMENT DES BATEAUX
ET DES
ONDES TRANSVERSALES

PAR

M. F. CHAUDY

Dans des communications faites en juin et novembre 1898, j'ai cherché à établir les principes généraux qui définissent, suivant moi, l'influence des formes extrêmes d'un bateau sur sa résistance à l'avancement. J'ai fait, en effet, une série de recherches sur cette question si intéressante de la résistance des bateaux à la traction; je les complète aujourd'hui en remarquant que mes vues personnelles se trouvent confirmées par les faits expérimentaux signalés par l'un de nos Collègues dans la séance du 18 novembre 1898 (voir le procès-verbal de cette séance).

Pour exposer ma théorie, j'ai considéré un bateau théorique, de forme simple, de manière à arriver, par des formules simples, à mettre en évidence les principes généraux qui définissent l'influence des formes extrêmes du bateau sur sa résistance à l'avancement.

Il est entendu que je n'étudie pas les pertes de force qui résultent des remous provenant de l'écoulement de l'eau de l'avant sur les côtés, d'une part et, d'autre part, des côtés à l'arrière du bateau. Je suis donc en droit de passer brusquement de la paroi de proue à la paroi latérale et de la paroi latérale à la paroi de poupe.

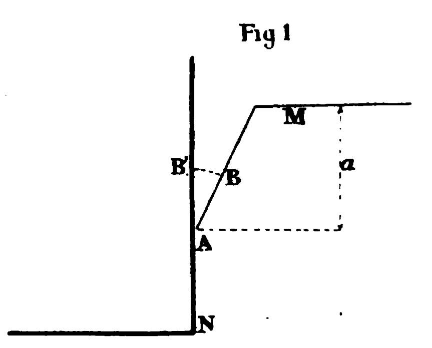
Au surplus, je montrerai, quand le moment sera venu, ce qu'il y a à faire lorsque, n'ayant plus en vue la recherche des principes, on veut déterminer la résistance d'une carène de forme quelconque.

Discussion sur le vide à l'arrière.

J'ai dit que le vide à l'arrière se produisait sur une hauteur a donnée par :

$$a = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}.$$

C'est l'absence de pression seule qui intervient dans l'établissement de la formule de résistance, et je n'ai aucunement besoin de savoir, pour établir cette formule, quel volume d'eau disparaît à l'arrière. Ce n'est pas ce volume d'eau qu'il est nécessaire de connaître, mais seulement la hauteur a.



Je considère une coupe verticale de la paroi de poupe et le point A de cette paroi situé à une distance a au-dessous du plan d'eau (*fig. 1*).

Le bateau est en repos, d'abord, et le point A de la paroi est en contact avec la molécule d'eau A. Lorsque le bateau s'avancera avec la vitesse v, la molécule d'eau A s'avancera, dans une direction perpendiculaire au plan de la paroi, avec une vitesse :

$$\sqrt{2ga} = v \sin \alpha,$$

c'est-à-dire qu'elle restera en contact avec la paroi, sans la presser, puisque l'avancement de cette paroi, estimé suivant une direction perpendiculaire à son plan, est également $v \sin \alpha$.

Pour toutes les molécules situées au-dessous de A, la vitesse sera plus grande que $v \sin \alpha$ et ces molécules presseront donc la paroi; pour toutes les molécules situées au-dessus de A, la vitesse, au contraire, sera inférieure à $v \sin \alpha$ et la paroi ne sera pas pressée par le liquide.

Ainsi, je considère une molécule B. Le bateau étant au repos, cette molécule est en contact en B' avec la paroi. Le bateau s'avançant avec la vitesse v, la molécule B se détache du point B' de la paroi et l'écart horizontal B'B va en augmentant.

Mais, pendant que se produit cet écart, l'eau, qui s'écoule de tous les points compris entre A et le fond N du bateau, suivant la condition qui donne l'équation en x (égalité entre le débit à l'arrière et le déplacement d'eau à l'avant), remonte en partie vers B, car elle a besoin, pour se placer, de toute la hauteur MN. En effet, le débit par AN étant égal à λhv et MN ayant pour vitesse moyenne la vitesse v du bateau, il faut bien que l'eau débitée par AN remonte en partie pour *s'étaler* de M en N.

Tous les écarts BB′ sont arrêtés lorsque cet *étalage*, si je puis m'exprimer ainsi, est terminé, et ils ne sont tous arrêtés qu'à ce moment-là. Or, pour que l'étalage se fasse, il faut un certain temps et c'est pendant ce temps que se produit le vide à l'arrière. A partir du moment où l'étalage est terminé, le phénomène étant continu, la vitesse v ne changeant pas, les écarts BB′ restent immuables.

Dans ces conditions, on voit bien que les écarts BB′ peuvent être très petits et même inappréciables à l'œil pour certaines molécules B voisines de A, car l'écart est d'autant plus faible qu'on se rapproche de A.

Les expérimentateurs pourront vérifier l'existence de ce fait (écart, vide ou non-pression sur la hauteur a) et, par la même occasion, chercher les pressions qui s'exercent aux différents points de la paroi de poupe d'un bateau en marche. Il leur suffira de percer dans cette paroi des trous à différentes hauteurs au-dessous du plan d'eau supérieur. Les trous resteront munis de leurs bouchons tant que le bateau sera au repos. Lorsque le bateau sera animé de sa vitesse normale, on débouchera les trous et, par la constatation, soit des débits, soit des points d'arrêts des veines liquides sur un plan déterminé, on aura tous les éléments nécessaires pour apprécier les pressions.

J'indique la même méthode expérimentale pour la recherche des pressions sur la paroi de proue.

De l'influence sur l'intumescence à l'avant de la quantité d'eau qui se meut autour du bateau.

Pour bien fixer les idées, je commence par rappeler que ma théorie est basée sur ce fait qu'il y a égalité entre le déplacement d'eau à l'avant, exprimé par λhv et le débit à l'arrière qui

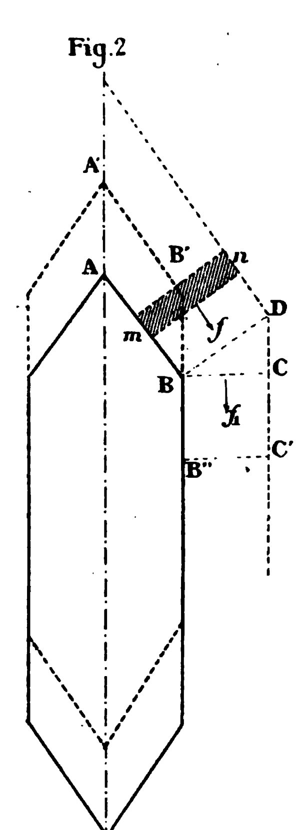
se produit sous l'action de la pesanteur. Je considère le cas pour lequel on a l'équation suivante en α :

$$\int_h^a dy \sqrt{\frac{\sqrt{8gy}}{\sin\alpha} - v} = h\sqrt{v}.$$

L'intumescence à l'avant se compose de trois parties :

1° Celle qui est due aux forces de frottement agissant sur toute la surface mouillée du bateau et, par réaction, sur l'eau en contact avec les parois. On comprend comment ces forces de frottement, appliquées sur le liquide, dans le sens de la marche du bateau, refoulent ce liquide avec ondulation superficielle maximum du côté de l'avant.

Ainsi, cette partie de l'intumescence à l'avant dépend essentiellement de la longueur du bateau et elle figure, dans ma formule de résistance, sous forme de frottement de la paroi contre le liquide.



2° Celle qui résulte de la quantité d'eau qui se meut autour du bateau pour le passage du liquide de l'avant à l'arrière. En se mouvant, cette eau donne une première perte de force résultant des ondulations superficielles et du frottement des molécules liquides les unes contre les autres. J'ai déjà averti le lecteur que cette perte de force fait partie de celles qu'on étudiera seulement par expériences et non pas par analyse mathématique.

Mais, en se mouvant, pour passer de l'avant à l'arrière, l'eau frotte contre les parois du bateau et ce frottement vient s'ajouter au frottement que j'ai dit plus haut dans le paragraphe 1°. Je vais montrer ceci d'une façon tangible en considérant la figure 2, qui est un plan.

L'élément mn d'eau, pressé normalement par la paroi AB, se déplace dans la direction de AB avec une vitesse égale à $v \cos\alpha$ et le frottement de l'eau contre la paroi qui en résulte

fait partie du paragraphe 1° plus haut. Le déplacement *relatif* de l'eau par rapport à la paroi BB″ est v et le frottement qui résulte de ce déplacement relatif fait encore partie du paragraphe 1°.

Ce que je cherche, c'est un déplacement *réel* de l'eau résultant de ce que, en s'avançant, le bateau déplace le liquide ABA′B′ et c'est le frottement de l'eau contre la paroi BB″ qui fait partie du paragraphe 2° présent.

Si D est la limite de l'eau en mouvement, on doit avoir :

$$BD \times v \cos \alpha = BC \times v,$$

c'est-à-dire :

$$BC = BD \cos \alpha.$$

Ainsi l'eau en mouvement autour du bateau est limitée par la ligne pointillée nDCC′.

Ceci posé, rien n'est plus facile que d'évaluer la vitesse *réelle* x de l'eau suivant la flèche f_1.

On doit avoir, en effet :

$$\text{Volume ABA'B'} = \text{volume BCB''C'},$$

c'est-à-dire :

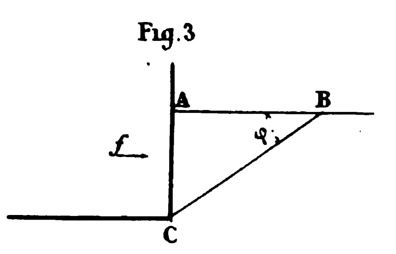
$$\frac{v\lambda}{2} = BC \times x = BD \cos \alpha \times x,$$

d'où nous tirons :

$$x = \frac{v\lambda}{2 \cos \alpha \times BD}. \qquad [A]$$

Ainsi, la vitesse *réelle* de l'eau suivant la flèche f_1 est d'autant plus petite et, par conséquent, le frottement est d'autant plus petit que la quantité d'eau mise en mouvement et définie algébriquement par BD est plus grande.

Considérons d'abord une nappe d'eau indéfinie et voyons quelle valeur il conviendra d'attribuer à BD ou, mieux, à la résistance de frottement qui découle de BD.



Si, au lieu d'eau, on avait du sable, par exemple, une paroi AC, pressant dans le sens de la flèche f, mettrait en mouvement un certain prisme triangulaire ABC (*fig. 3*), le plan CB étant déterminé par l'angle φ dépendant du coefficient de frottement du sable contre sable. Avec l'eau, le frottement étant nul ou consi-

déré comme tel, puisque je néglige le frottement des molécules liquides les unes contre les autres, on a $\varphi = 0$. Il suit de là que, pour une nappe d'eau indéfinie, BD est infini et la vitesse x nulle. Le frottement de deuxième catégorie est donc nul lorsque la nappe d'eau est indéfinie et il n'y a que dans le cas des canaux qu'il existe, comme je le montrerai plus loin.

3° Enfin, la troisième partie de l'intumescence à l'avant est due à la poussée directe des plans de proue. C'est cette partie qui presse sur une hauteur $a = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$. Les deux premières parties de l'intumescence, dues au frottement des parois contre l'eau et au frottement de l'eau contre les parois, n'ajoutent rien à la surpression à l'avant, laquelle surpression est donnée par a.

Les ondulations sont dues aux trois catégories ci-dessus de résistance en même temps qu'au vide qui se produit à l'arrière.

De l'augmentation de la résistance dans le cas d'un canal.

Si, au lieu d'une nappe indéfinie, on a un canal, la dimension BD de la formule [A] est représentée par la distance qui sépare la paroi de tribord ou de bâbord de la paroi latérale voisine du canal. La vitesse x n'est plus nulle dans ce cas et la résistance totale à l'avancement est augmentée :

1° Du frottement de l'eau se mouvant avec la vitesse x contre les parois du bateau ; pour un même bateau, le travail de frottement étant proportionnel à x, on peut dire qu'il est inversement proportionnel à BD ;

2° Du frottement de l'eau se mouvant avec la vitesse $x - m \times \text{BD}$ (m étant un coefficient numérique très petit) contre les parois latérales du canal. Pour un même bateau, le travail sera proportionnel à :

$$\frac{v\lambda}{2 \cos \alpha \times \text{BD}} - m \times \text{BD} ;$$

3° Du frottement de l'eau se mouvant avec une vitesse moyenne :

$$x + \frac{m \times \text{BD}}{2} - n \times \text{F},$$

contre le fond du canal situé à une distance F du fond du ba-

teau, avec un coefficient numérique n très petit. Pour un même bateau, le travail sera proportionnel à :

$$\frac{v\lambda}{2\cos\alpha\times \mathrm{BD}}+\frac{m\times \mathrm{BD}}{2}-n\times \mathrm{F}.$$

C'est par des expériences nombreuses qu'on pourrait trouver quelles valeurs il convient d'attribuer, selon la nature des parois du canal, aux coefficients m et n.

Discussion de l'équation en α et de l'équation en a.

Les équations fondamentales de ma théorie sont les suivantes :

$$\int_h^{a} dy\sqrt{\frac{\sqrt{8gy}}{\sin\alpha}-v}=h\sqrt{v}$$

$$a=\frac{v^2\sin^2\alpha}{2g}.$$

Trois cas peuvent se présenter dans la pratique.

Premier cas. — Les équations ci-dessus sont satisfaites. La résistance se calcule alors comme je l'ai montré précédemment (Bulletin de juin 1898).

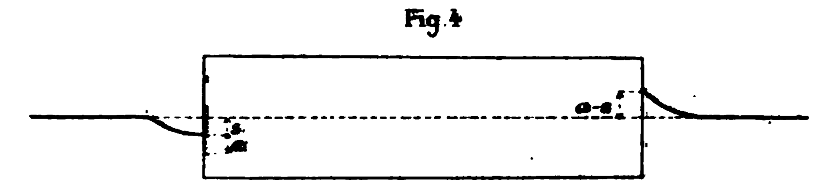
Deuxième cas. — La vitesse v et l'angle α sont tels que les équations qui sont satisfaites sont les suivantes :

$$\int_{h-s}^{a} dy\sqrt{\frac{\sqrt{8gy}}{\sin\alpha}-v}=h\sqrt{v},$$

$$a=\frac{v^2\sin^2\alpha}{2g}.$$

Dans ce cas, il y a, à l'arrière, une dénivellation s, et a se compte

Fig. 4



à partir du point bas de cette dénivellation. A l'avant, l'intumescence est $a - s$ (*fig. 4*).

Si on fait le calcul de résistance avec $a = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ à l'avant et à l'arrière, on sera au-dessus de la réalité. C'est le premier cas qui doit se produire avec la vitesse maximum de marche $v = v_1$. Le deuxième cas se produit avec $v < v_1$. Or, ce qu'il importe de connaître, c'est le travail maximum de résistance. Il n'est donc pas absolument utile de connaître rigoureusement le travail du deuxième cas et le calcul, dans ce deuxième cas, peut se faire sans inconvénient avec a à l'avant et à l'arrière au lieu de $a + s$ à l'arrière et $a - s$ à l'avant.

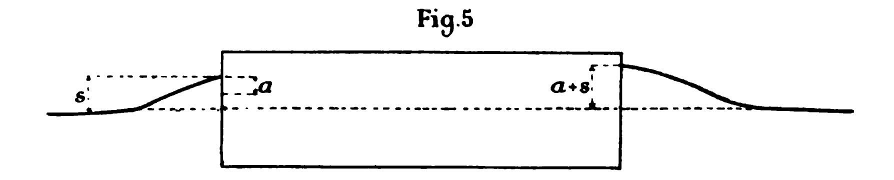
Troisième cas. — La vitesse est supérieure à celle v_1 du premier cas et l'angle α est toujours le même. Dans ce cas, les équations qui sont satisfaites sont les suivantes :

$$\int_{h+s}^{a} dy \sqrt{\frac{\sqrt{8gy}}{\sin \alpha} - v} = h\sqrt{v},$$

$$a = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}.$$

La résistance est plus grande que dans le premier cas. A l'avant, la partie de l'intumescence qui était a devient $a + s$. A l'arrière, l'intumescence est s, et a se compte en dessous, à partir du sommet de cette intumescence (*fig. 5*). Ce troisième cas est

Fig.5



anormal, je veux dire que c'est une mauvaise pratique de le produire, car l'élévation s est une perte de force qu'il faut éviter. On y arrivera toujours, en pratique, en calculant α assez petit pour que, même à la vitesse maximum à laquelle on projette de faire avancer le bateau, ce soit le premier cas qui se produise. Pour les vitesses inférieures à cette vitesse maximum, ce sera le deuxième cas qui se produira.

Les ondes transversales.

En résumé, si on fait varier la vitesse v, les équations fondamentales de ma théorie montrent ceci :

1° Aux faibles vitesses, il y a une dépression à l'arrière et une intumescence à l'avant ;

2° La vitesse augmentant, la dépression à l'arrière diminue et l'intumescence à l'avant augmente ;

3° La vitesse augmentant encore, il se produit une intumescence à l'arrière comme à l'avant, celle-ci étant plus forte que celle-là.

Ces déductions théoriques sont absolument conformes aux expériences.

Il ne faut pas oublier que l'équation en α et v que j'ai discutée plus haut est une équation réduite puisque les deux membres ont été divisés par $\sqrt{v}$, ce qui suppose que v n'est pas nul. Pour la discussion complète, lorsque v diminue jusqu'à devenir nul, il faut considérer l'équation non réduite suivante :

$$\int_{h \mp s}^{a} dy \sqrt{\frac{v\sqrt{8gy}}{\sin \alpha} - v^2} = hv.$$

Je désigne par V la valeur de la vitesse v pour laquelle le premier cas se produit, c'est-à-dire celle pour laquelle on a :

$$s = 0 \quad \text{avec} \quad a \lesssim 0.$$

Posons :
$$A = \frac{v\sqrt{8gy}}{\sin \alpha} - v^2.$$

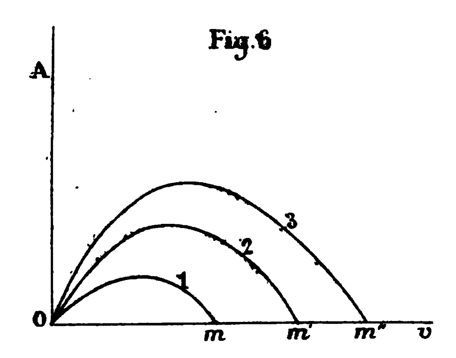
Cette équation en A et v représente une parabole dont l'axe est parallèle à l'axe des A et pour laquelle on a :

$$Om = \frac{\sqrt{8gy}}{\sin \alpha}.$$

On conçoit aisément qu'on puisse construire une série de paraboles qui correspondraient à différentes valeurs de y, en vue de calculer la somme suivante :

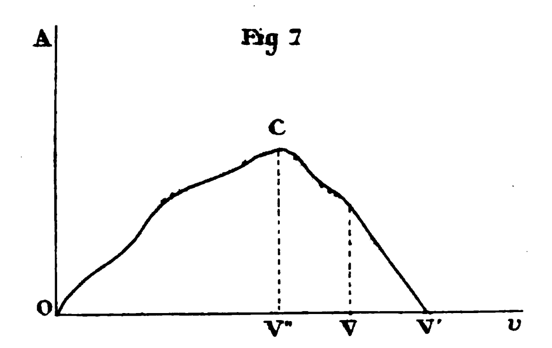
$$\sum \Delta y \sqrt{\frac{v\sqrt{8gy}}{\sin \alpha} - v^2}.$$

On aurait à prendre les racines carrées des ordonnées *positives* de ces paraboles 1, 2, 3, etc. (*fig. 6*), à faire la somme de ces ra-



cines, ce qui donnerait une courbe telle que celle de la figure 7 présentant une forme sinueuse.

Lorsque v augmente à partir de V, le premier membre de l'équation fondamentale diminuant, il faut, pour que l'égalité des



deux membres se conserve, — *ce qui est la condition réalisée par la nature* — que y se change en $y + s$. Lorsque v atteint la valeur V', le phénomène devient absolument irrégulier, car c'est à ce moment qu'aucun point de la paroi de poupe n'est pressé par le liquide.

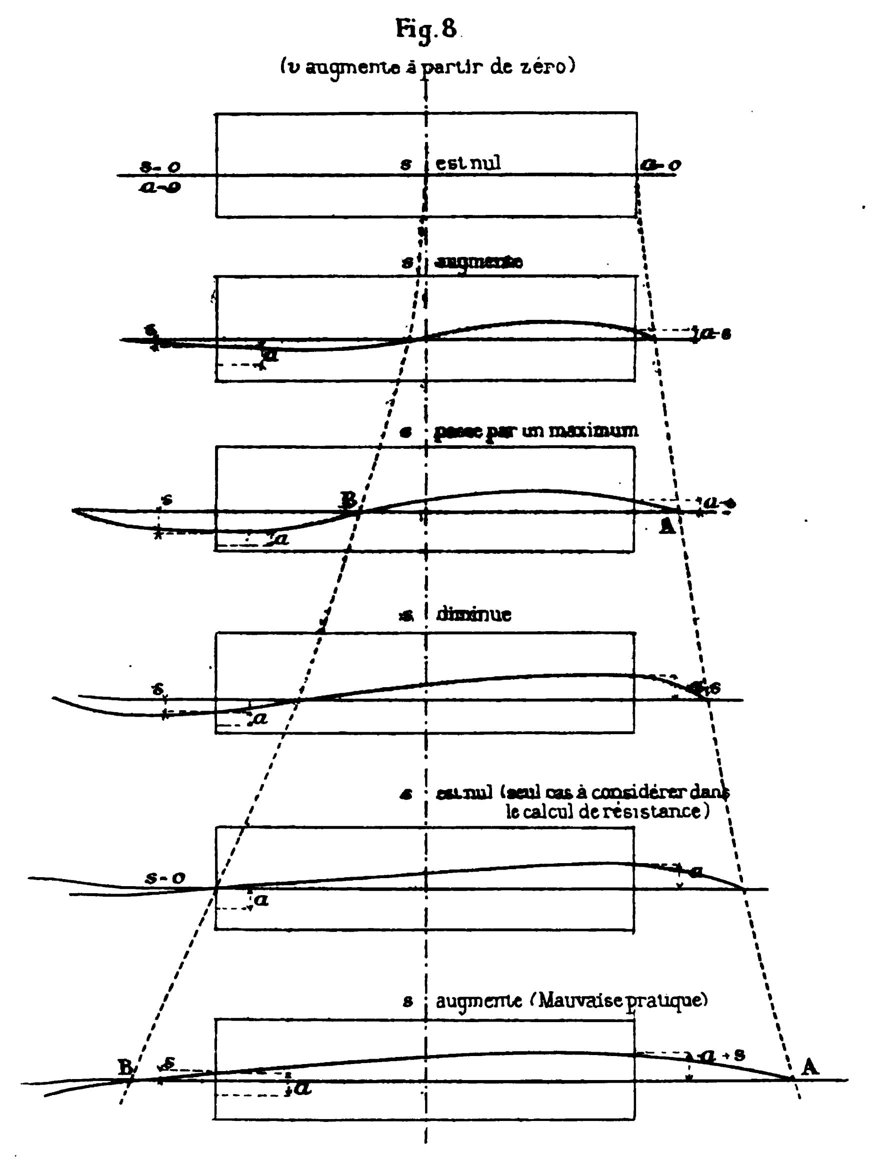
Lorsque v diminue à partir de V, le premier membre de l'équation fondamentale augmente d'abord et y, par conséquent, devient $y - s$. v continuant à diminuer, s va en augmentant jusqu'à ce que v devienne égal à V''.

v diminuant encore, s va en diminuant graduellement jusqu'à ce qu'on ait $s = 0$ en même temps que $v = 0$.

La figure 8 représente (1), d'après mes formules, ce qui se produit. AB est ce que j'appellerai l'*onde principale*. On comprendra

Fig. 8

(v augmente à partir de zéro)

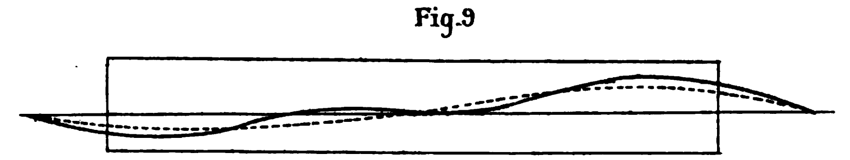


aisément qu'entre A et B, il peut se produire des *ondes secondaires* dont le nombre et l'importance dépendent de la longueur du

(1) Il faut voir cette figure et la suivante comme des figures de géométrie, c'est-à-dire sans échelle.

bateau. C'est ainsi, par exemple, qu'au lieu du schéma 2 de la figure 8, on pourra avoir, si la longueur du bateau le justifie, ce que je représente sur la figure 9.

Fig. 9

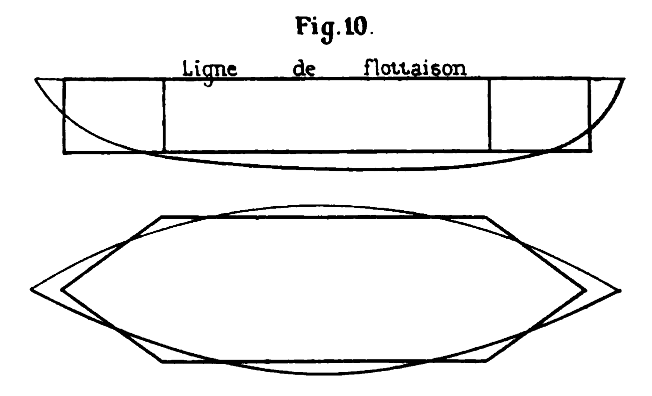


Il faut se garder de confondre les ondes secondaires avec l'onde principale. Celle-ci est celle dont je tiens compte dans mes formules ; les ondes secondaires font partie des éléments de perte de force non soumis à l'analyse mathématique. Ce n'est qu'en montrant les ondes en élévation et non pas en plan qu'on peut se rendre compte, comme je le fais, de la différence essentielle qui existe entre les deux catégories d'ondes.

Application de la théorie à l'étude d'une carène de forme quelconque.

Lorsqu'une question est trop compliquée pour être abordée d'une façon absolument rigoureuse, on a l'habitude de l'étudier en employant une méthode approchée susceptible de fournir de

Fig. 10.



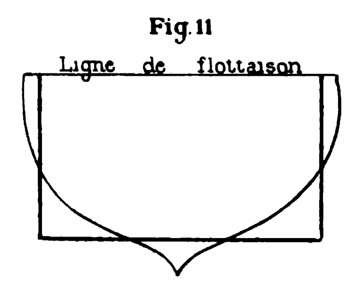
précieuses indications. C'est ainsi qu'en résistance des matériaux, on emploie la loi dite du trapèze, pour l'étude de la répartition des pressions dans les maçonneries, bien que cette loi ne soit qu'approchée. C'est ainsi encore qu'on admet, afin d'éviter des pertes de temps et des frais d'études, la loi de l'indéformation

des sections planes transversales, qui n'est aussi qu'une loi approchée.

C'est dans cet esprit pratique que j'ai abordé ici la question de la résistance des carènes à l'avancement.

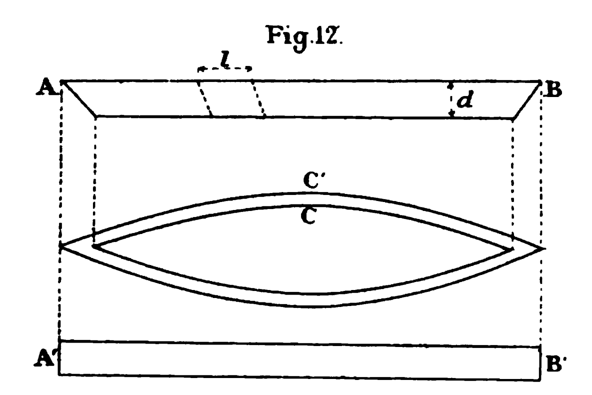
Lorsqu'on aura affaire à une carène de forme quelconque, comme celle que je représente figure 10, en traits fins, on la remplacera approximativement, en s'aidant de son sentiment pratique, par l'autre forme que je représente sur la même figure 10 en traits épais. Quelle que soit la forme complexe qu'on aura à étudier au point de vue de sa résistance à l'avancement, on aboutira toujours à la forme simple qui m'a servi à établir la théorie et à dégager les principes généraux. Si, en coupe transversale moyenne on a, par exemple, le dessin de la figure 11 (traits fins), on le remplacera par le rectangle figuré en traits épais. En opérant ainsi, ce sera mieux qu'en utilisant les formules connues et en usage actuellement. C'est à cause de ce mieux que ma théorie sera utile.

Fig. 11



Mais je veux encore montrer comment, dans les cas spéciaux, lorsqu'il s'agira d'un bateau très important, pour lequel on désirera connaître la résistance avec une grande approximation,

Fig. 12.



on fera le calcul. Sur le dessin en élévation et en plan de la coque, on tracera des plans horizontaux parallèles, écartés d'une distance *d* plus ou moins grande et donnant, en plan, des coupes telles que celles que représente la figure 12. La bande AB sera divisée en rectangles de longueur *l*, d'autant moins grande qu'on

sera dans une partie plus courbe. Ceci fait, on évaluera le frottement partie par partie.

A cette fin, il suffit de connaître :

1° La pression de l'eau au centre de chaque rectangle élémentaire. C'est très simple, puisque cette pression est représentée par la distance qui sépare le centre du rectangle du plan de flottaison;

2° La surface du rectangle. Cette surface, multipliée par la pression précédente, donne l'effort F et celui-ci, multiplié par un coefficient de frottement approprié, donne la force résistante $F\varphi$, située dans le plan du rectangle;

3° Le déplacement du centre du rectangle par rapport à l'eau lorsque le bateau s'avance de v. Le moyen qu'on emploiera pour calculer ce déplacement sera le moyen graphique.

Si le rectangle a ses horizontales parallèles à la direction de v, le déplacement cherché sera v.

Si le rectangle a ses horizontales qui font un angle *aigu* α avec la direction de v, le déplacement cherché sera $v \cos \alpha$.

C'est l'angle α qu'on mesurera sur l'épure pour chaque élément rectangulaire et c'est à cause de la mesure faite ainsi, que je dis que le moyen de calcul employé est graphique.

Le produit $F\varphi v \cos \alpha$ donnera, pour chaque élément, le travail de frottement et il suffira de faire la somme de ces produits relatifs à tous les éléments, pour avoir le travail de frottement total.

En deuxième lieu, on recherchera le travail des pressions exercées sur les éléments arrière. Les courbes telles que C et C' *(fig. 12)* ne diffèrent pas beaucoup l'une de l'autre dans les parties voisines du plan de flottaison. On considère la courbe définie par ce plan et la coque et cette courbe donne, en chaque point, la valeur de l'angle α.

On en déduit, pour chacun de ces points, la valeur de :

$$a = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}.$$

Les éléments rectangulaires de AB sont inclinés, mais on n'a à considérer que les composantes horizontales des pressions. On ne considérera donc que les projections verticales des éléments, c'est-à-dire qu'on remplacera la bande AB par la bande AB' *(fig. 12)*.

Soit φ la distance verticale entre le centre d'un élément et le

plan de flottaison. On déterminera, graphiquement, le déplacement du centre de cet élément lorsque le bateau avance de v, ou plutôt la projection de ce déplacement sur la normale à l'élément. Soit δ ce déplacement ainsi estimé en projection. La pression de l'eau sur l'élément sera représentée par une hauteur de liquide de :

$$\frac{(\sqrt{2g\varphi} - \delta)^2}{2g}.$$

En multipliant cette hauteur par la surface de l'élément faisant partie de la bande A'B' et par le poids spécifique du liquide, on aura la force exercée sur l'élément, normalement à cet élément. On cherchera la composante de cette force parallèle à la direction de v. On fera enfin la somme de toutes les composantes obtenues ainsi avec tous les éléments de poupe et, en multipliant cette somme par v, on aura le travail (moteur) des pressions sur la poupe.

Pour les éléments de proue, on ajoutera aux distances φ la hauteur a qui convient, de sorte qu'on aura, pour la hauteur d'eau représentant la pression qui s'exerce sur l'élément considéré :

$$\varphi + a.$$

Le reste du calcul sera semblable à celui ci-dessus.

On voit donc que rien ne sera plus simple que de faire un calcul considérablement approché, si le bateau en étude vaut la peine qu'on se livre à des opérations, non pas difficiles, mais très laborieuses.

En résumé, dans une étude de résistance de carène projetée, l'Ingénieur opérera de la manière suivante :

1° Par l'application des formules que j'ai données, il déterminera la forme générale à adopter pour son bateau et, tout particulièrement, la valeur de l'angle α qui convient pour la vitesse maximum à laquelle le bateau devra avancer;

2° Il modifiera les formes planes du bateau ainsi calculé en transformant les surfaces planes pour aboutir aux surfaces courbes usuelles;

3° Si le bateau est important et mérite une étude plus approfondie, il appliquera au bateau ainsi modifié le calcul grapho-algébrique, comme je viens de le montrer, et il aura ainsi la résistance avec une grande approximation. Il ajoutera à cette résistance calculée un terme expérimental pour tenir compte de ce qu'il a laissé de côté dans son calcul.

L'ACÉTYLÈNE ET SES APPLICATIONS

PAR

M. E. HUBOU

Ainsi que vient de vous le rappeler M. le Président, la question de l'acétylène a déjà été traitée devant vous, d'abord tout à ses débuts, par notre Collègue, M. Trouvé, puis, quelque temps après, par notre Collègue, M. de Perrodil. Le nouveau gaz n'est donc plus un inconnu pour vous. Il a, du reste, depuis ces deux communications, fait encore ses preuves devant vous dans une circonstance mémorable : je veux parler de la fête de notre Cinquantenaire. Le soir de la réception de la Société au Conservatoire des Arts et Métiers, le jardin était éclairé par 38 candélabres, portant 290 flammes d'un débit moyen de 25 *l* : l'acétylène était fabriqué dans un appareil du type de ceux qu'emploie la Société des Carbures métalliques qui s'était chargée de cette installation, et il était recueilli dans un gazomètre de 35 m^3. On avait ainsi réalisé un éclairage de 1 000 à 1 200 carcels qui soutenait avantageusement la comparaison avec les autres modes d'éclairage.

Le but de cette communication est de vous montrer où en est actuellement la question du carbure de calcium et de l'acétylène et de vous entretenir du progrès de ces deux industries.

La fabrication du carbure de calcium a pris maintenant une marche régulière, et les appareils de production du gaz acétylène se répandent de plus en plus. C'est qu'en effet les craintes qui ont été émises au sujet de ce gaz, qui le faisaient considérer au début comme un explosif dangereux et que certains accidents bien connus avaient paru justifier, ont été ramenées à leur juste valeur. L'éducation du public s'est faite : il s'est rendu compte des précautions à prendre. Des appareils bien étudiés sont maintenant dans le commerce et permettent d'employer le nouveau gaz sans plus de danger que le gaz ordinaire.

L'opinion est aujourd'hui mieux éclairée et l'acétylène est en train de prendre droit de cité à côté du gaz de houille et de l'électricité.

I. — CARBURE DE CALCIUM

Le carbure de calcium est un produit chimique essentiellement national. Depuis que les travaux de MM. Moissan et Bullier l'ont fait connaître, des usines importantes se sont créées en France, en Allemagne, en Suisse, en Espagne, en Suède, en Norvège, en Autriche, là où les chutes d'eau donnent une force motrice suffisante. De jour en jour l'industrie du carbure de calcium se développe avec une rapidité remarquable telle qu'actuellement la force motrice qui lui est consacrée se monte à 80 000 *ch* et qu'un capital de 50 millions est déjà engagé dans cette industrie.

Conformément aux travaux de M. Moissan sur l'électrothermie, on obtient le carbure de calcium au four électrique au moyen de la chaux et du carbone, portés à une température élevée de 3 000 à 3 500° C. Les proportions de chaux et de charbon doivent être bien déterminées, et le carbure de calcium doit être obtenu à l'état de fusion, en formant un composé cristallisé bien défini, de formule CaC^2.

Les fours électriques employés sont de construction variée et actuellement à marche continue. Le courant a une tension de 70 à 100 volts et une intensité d'au moins 1 500 ampères. On augmente le rendement en carbure en employant des intensités de courant croissantes, et on arrive aujourd'hui à utiliser des courants qui vont jusqu'à 6 000 ampères.

Le courant alternatif paraît préférable au courant continu : c'est ce qui distingue l'action de l'arc voltaïque, source de chaleur, des phénomènes électrolytiques pour lesquels les courants continus sont nécessaires. Il permet de régler la chaleur avec facilité, et ses autres avantages sont la suppression des collecteurs et une usure égale des électrodes.

Le prix de vente du carbure pris à l'usine n'est pas inférieur à 350 *f* la tonne. Ce chiffre, dans l'état actuel, n'est pas exagéré si on considère les frais considérables qu'exige l'installation d'une usine hydro-électrique à carbure de calcium. Les chutes d'eau se vendent ou se louent très cher : il faut les aménager, créer soit des canaux de dérivation, soit des conduites en fer ou en acier, selon que la chute est basse ou haute, installer les turbines, les dynamos, les fours, construire l'usine. L'intérêt et l'amortissement de ces installations puissantes sont donc très élevés. D'autre part, il faut employer au four électrique de la chaux et du char-

Du graphite résultant du charbon du mélange qui n'est pas entré en réaction au four électrique. Ce graphite retient énergiquement de la silice et du calcium ;

Enfin, parfois, des masses métalliques en forme de lingots, qui proviennent le plus souvent de la fusion des mâchoires qui serrent les électrodes.

Les autres impuretés, celles qui sont décomposables par l'eau, sont plus gênantes parce qu'elles donnent naissance aux impuretés du gaz acétylène et c'est à ce point de vue qu'elles nous intéressent. Elles peuvent renfermer notamment :

Du sulfure d'aluminium, Al^2S^6 : quand la chaux renferme du silicate d'alumine, le silicium forme avec le carbone du siliciure de carbone, et s'il existe du soufre à l'état de sulfate ou de sulfure, il peut se former du sulfure d'aluminium, qui, au contact de l'eau, donne de l'hydrogène sulfuré ;

Du phosphure de calcium : il résulte de la réduction des phosphates contenus dans la cendre du charbon ou dans la chaux ; c'est l'impureté la plus gênante du carbure de calcium ; sa décomposition par l'eau donne du phosphure d'hydrogène, qui se mêle à l'acétylène, et on retrouve dans les produits de combustion de ce dernier le phosphore à l'état de composés oxygénés.

Des azotures métalliques, ainsi que l'ont indiqué MM. Bullier et de Perrodil, notamment quand la chaux est magnésienne : il se forme au four électrique, non du carbure de magnésium, mais du magnésium métallique qui se combine à l'azote de l'air en donnant un azoture qui produit ensuite, sous l'action de l'eau, de l'ammoniaque qui se mélange à l'acétylène.

Enfin, il peut se former aussi du calcium métallique qui, sous l'action de l'eau, donne de l'hydrogène, dont le mélange avec l'acétylène vient en diminuer le pouvoir éclairant.

D'après ces considérations, on ne peut employer au four électrique, pour fabriquer un bon carbure, une chaux et un charbon quelconques. La chaux doit être grasse et aussi exempte que possible de silice, d'alumine, de magnésie, de phosphates et de sulfates. Comme charbon, il faut prendre du coke ne renfermant pas plus de 7 0/0 de cendres, ou mieux de l'anthracite qui n'en renferme que 1 à 2 0/0, à la condition qu'il soit bien exempt de pyrites.

Dans son mémoire ci-dessus rappelé, M. Moissan donne l'analyse de carbures commerciaux différents. Sur sept échantillons provenant de carbures bien fondus, homogènes, à cassure cris-

talline et à reflets mordorés, il a trouvé que 1 *kg* de chacun de ces carbures donnait, à la décomposition par un lait de chaux préalablement saturé d'acétylène, des volumes de gaz qui, ramenés à 0° et 760 *mm*, variaient de 293 à 319 *l*, dont la moyenne est, par conséquent, de 305 *l* à 0° et 760 *mm*.

Il a trouvé, d'autre part, que, quand le carbure n'a pas un aspect fondu et cristallisé, s'il est poreux et grisâtre, sa teneur en acétylène est beaucoup plus faible. Les trois échantillons qu'il a analysés lui ont donné de 228 à 260 *l*, soit en moyenne 246,5 *l* à 0° C et 760 *mm*.

Il paraît rationnel de demander aux usines du carbure capable de fournir 300 *l* d'acétylène à 0° et 760 *mm*. En faisant l'essai d'un carbure fourni à 15° en présence d'un excès d'eau préalablement saturée d'acétylène, on doit donc, d'après la formule :

$$V_0 \times 760 = \frac{V\,(760 - h)}{1 + \alpha t},$$

dans laquelle $t = 15°$ C et $h =$ tension maxima de la vapeur d'eau $= 12{,}7$ *mm*, trouver :

pour 1 *kg* de bon carbure, V = 322 *l*,
— de carbure inférieur, V = 264,5 *l*.

Le consommateur perd, en employant ce dernier, 57,5 *l* par kilogramme de carbure. Cette perte se traduit pécuniairement.

Supposons une installation moyenne de 100 becs brûlant 20 *l* d'acétylène à l'heure, du coucher du soleil à minuit, soit 2 200 heures par an : la consommation par an sera de 4 400 m^3, qui nécessiteront :

Dans le premier cas : seulement 13 664 *kg* de bon carbure,

Et dans le deuxième cas : 16 635 *kg* de carbure inférieur.

On consommera donc du second produit environ 3 *t* de plus que du premier. En les supposant tous deux achetés au même prix, 650 *f* la tonne, on éprouvera ainsi une perte de 1 950 *f* par an pour 100 becs.

D'où cette conclusion qui s'impose de ne s'adresser qu'à des usines garantissant la fourniture d'un carbure capable de dégager 300 *l* d'acétylène à 0° et 760 *mm*, c'est-à-dire d'excellente qualité.

Mais, d'autre part, une fabrication même soignée comporte toujours des produits inférieurs qui resteraient à l'usine si elle ne fournissait que du carbure d'excellente qualité et seraient pour elle sur la totalité de sa fabrication une perte très notable.

En supposant, en effet, une usine fabriquant par an 3 000 *t* de carbure avec 15 0/0 de déchets seulement, ce serait 450 *t* de produits inférieurs qui resteraient en pure perte à son compte si, pour satisfaire ses clients, elle n'en trouvait pas l'emploi.

Ici donc, comme dans toute grande industrie, vient se poser le problème de l'utilisation des résidus d'usine. La réalisation de ce problème va bientôt devenir une nécessité commerciale en présence, d'un côté, des besoins des consommateurs et, de l'autre, de la concurrence des usines de production. Je pense apporter prochainement à la Société des Ingénieurs Civils une solution économique de la question permettant de tirer de ces déchets une valeur marchande supérieure à leur valeur propre, permettant, par suite, de ne livrer que des carbures d'excellente qualité et d'affirmer ainsi la marque d'une fabrication supérieure.

La question du transport du carbure de calcium n'est pas encore résolue ; elle est appelée cependant à jouer un rôle capital dans le développement de cette industrie. Nous avons en France un centre de fabrication admirable, la région des Alpes françaises, comprise dans la Savoie et dans l'Isère, d'où ce produit peut facilement s'exporter par les lignes suisses, allemandes, belges et autrichiennes. Une tonne de carbure ne revient pas à plus de 50 *f* de transport de l'Isère à Hambourg, par exemple.

Il est moins facile d'exporter le carbure de calcium de France par mer, à moins de le charger soit sur voiliers, soit sur de petits vapeurs. Les Compagnies françaises de navigation maritime n'en acceptent le transport que par petites quantités d'au plus 100 *kg* et comme marchandise de pont, c'est-à-dire à double tarif, ou bien elles ne l'acceptent pas du tout, contrairement à ce que font les Compagnies maritimes américaines, allemandes et italiennes. C'est ainsi que les ports du Havre, de Liverpool, d'Anvers reçoivent fréquemment des chargements de 50 et de 100 *t* de carbure américain dont le fret, à New-York n'excède pas 30 *f*.

Il est donc indispensable que l'emballage du carbure de calcium soit tellement étanche qu'il ne puisse soulever aucune objection au sujet de son transport. Nous croyons utile d'appeler l'attention de nos Collègues sur l'opportunité d'un dispositif bien étanche, permettant l'embarquement et le transport du carbure, capable, par exemple, de résister à une immersion suffisamment prolongée dans l'eau. Dans ces conditions, les armateurs ne feraient plus de difficultés pour recevoir une marchandise qu'ils ne pourraient plus craindre.

Actuellement, le carbure est transporté déjà dans des tonnelets ou bidons en fer dont le couvercle est hermétiquement soudé. Ces bidons, avant l'introduction du carbure, sont passés à l'étuve pour être soumis à une dessiccation complète et ils sont aussitôt soudés après le remplissage. Dans ces conditions, le carbure est complètement soustrait à l'action de l'air humide, et ne peut donner lieu à un commencement d'attaque.

Il est néanmoins indispensable de prendre des précautions au moment d'ouvrir ces bidons : ce serait, par exemple, une erreur dangereuse de se servir d'une lampe à souder. Pour retirer le carbure, il suffit de dessouder prudemment le couvercle, en opérant comme on le fait pour les boîtes de conserves.

II. — ACÉTYLÈNE

La propriété qui a rendu le carbure de calcium industriel est sa décomposition à froid en présence de l'eau, d'après l'équation :

$$CaC^2 + 2H^2O = Ca(OH)^2 + C^2H^2,$$

en donnant naissance à de l'acétylène et à de la chaux hydratée.

Il n'est pas difficile d'imaginer des appareils au moyen desquels on réalise cette réaction : mais, parmi le nombre très considérable de ceux qui ont déjà paru, il en est bien peu qui présentent des garanties sérieuses de bon fonctionnement. Au début de l'industrie de l'éclairage à l'acétylène, des appareils mal conçus et imparfaitement étudiés ont causé des accidents qui ont jeté tout d'abord un certain discrédit sur l'acétylène et auraient pu en compromettre le développement si cette industrie naissante n'avait pas eu devant elle un réel avenir. Il nous paraît donc nécessaire d'établir ici les conditions pratiques qu'exige selon nous l'emploi de l'acétylène.

Il faut avant tout éviter, dans le générateur, une élévation de température supérieure à 50°. L'élévation de température se produit toujours quand le carbure, et surtout le bon carbure, se trouve en contact avec une quantité d'eau insuffisante.

Quand l'eau arrive par gouttes ou en jet mince, la température, ainsi que l'ont montré MM. Berthelot et Vieille, et comme l'a reproduit M. Lewes, de Greenwich, s'élève très rapidement ; elle peut dépasser 400° et, en certains points, arriver à un degré suffisant pour produire la formation, soit de benzol, soit d'hydrocarbures plus condensés résultant de la polymérisation de l'acé-

tylène. On constate, en effet, quand la température intérieure du gazogène a été trop élevée, la présence de matières jaunes et pâteuses dans le résidu de chaux hydratée. Le premier inconvénient qui en résulte c'est que, dans les appareils où l'eau n'arrive pas en quantité suffisante et où la décomposition ne s'est pas faite à température suffisamment basse, on obtient un gaz qui a comme propriétés négatives: 1° soit d'être moins éclairant; 2° soit d'être souillé de benzol, qui tend à le rendre fuligineux.

Ces inconvénients ne sont pas les seuls qui sont dus à ce dégagement considérable de chaleur. L'eau ajoutée se réduit en vapeur et est aussitôt entraînée avec l'acétylène : il en faut donc une plus grande quantité que celle qui répond à l'équation théorique (36 parties d'eau pour 64 de carbure).

Il en résulte une surproduction inévitable. En effet, quand l'écoulement ou le contact de l'eau ont cessé, le dégagement de l'acétylène continue forcément, même pendant un temps assez long. Cela pour les deux raisons suivantes : c'est que la vapeur d'eau primitivement formée se condense sur les morceaux non attaqués pour les attaquer à leur tour ; c'est qu'ensuite l'eau, adhérant mécaniquement à la croûte d'hydrate de chaux déjà formée autour des morceaux de carbure, agit à son tour pour en prolonger l'attaque jusqu'au centre du noyau.

Il est donc nécessaire d'éviter toute élévation de température et le meilleur moyen, c'est de noyer le carbure dans un excès d'eau et de n'attaquer que strictement la quantité de carbure correspondant à la quantité d'acétylène qu'il faut pour la consommation.

Au point de vue de la sécurité, l'installation des gazogènes doit toujours être faite dans des locaux bien aérés et ils doivent être munis d'un tuyau de sûreté débouchant au dehors ; en tout cas, le gaz doit pouvoir s'évacuer librement dans l'atmosphère, si la production devenait exagérée.

Il est nécessaire, en outre, que le gaz, à la sortie des générateurs, soit convenablement lavé et épuré, de manière à le priver de l'ammoniaque, de l'hydrogène sulfuré et surtout du phosphure d'hydrogène. On a constaté, en effet, d'après le *Journal für Gesbeleuchtung*, à l'exposition de Berlin, en 1897, où seulement deux ou trois appareils étaient en fonctionnement à la fois, que l'air des salles d'exposition était épaissi par des fumées d'acide phosphorique, dues à la combustion de ce phosphure, et que les personnes délicates en étaient incommodées.

Nous avons, l'année dernière, visité l'exposition d'acétylène, organisée sous les auspices de la Société des Arts de Londres, à l'Imperial Institut, et constaté que cet inconvénient grave n'existait pas. Les galeries de l'Exposition coloniale étaient éclairées par l'acétylène brûlant dans des becs variés et l'air qu'on y respirait n'était pas altéré. Le gaz était fourni, non par trois générateurs seulement, comme à l'Exposition de Berlin, mais par une trentaine, qui fonctionnaient tous les soirs et qui étaient installés dans un bâtiment spécial.

La Commission d'examen avait préalablement fait un triage des appareils présentés, pour ne garder que ceux qui offraient des garanties de sécurité suffisantes. Les appareils qui ont pris part à l'Exposition ont été, pendant toute sa durée, alimentés avec le même carbure et ils ont ensuite été classés au point de vue de leur rendement en acétylène et de la qualité du gaz.

Cette exposition de l'Imperial Institut avait surtout pour but de dissiper les dernières craintes qui pouvaient rester dans l'esprit du public ; elle y a réussi, car elle a eu un véritable succès pendant les trois mois qu'elle a duré; elle a certainement donné un réel crédit à l'industrie de l'acétylène. Une des Sociétés qui exposaient envoie maintenant des prospectus annonçant qu'à la suite de cette exposition, l'Inspecteur en chef du Service des Explosifs, Sir Vivian Majendie, vient d'adopter, pour son propre usage, un de ses appareils. La chose est assez piquante, si l'on veut bien remarquer que la réglementation anglaise sur l'emploi du carbure et de l'acétylène, qui est souvent citée à titre d'exemple des instructions administratives qu'exige le nouvel éclairage, a précisément pour auteur Sir Vivian Majendie. La compétence bien reconnue de l'Inspecteur en chef du Service des Explosifs qui, ayant rédigé les règlements sévères du Home Office, adopte ensuite pour son propre usage l'emploi de l'acétylène est la meilleure confirmation de ce que nous avons pour but de démontrer ici, à savoir que l'acétylène est maintenant devenu pratique et applicable aux usages domestiques et industriels.

Nous devons remarquer qu'on a déjà, en Angleterre, apporté certains tempéraments à la réglementation de l'acétylène, à la suite d'expériences décisives qui ont démontré que la rigueur administrative du début était devenue inutile. Le Secrétaire d'État du Home Department déclare, dans un ordre paru en avril dernier, que le mélange d'acétylène au gaz d'huile, fait dans des proportions et comprimé ensuite à des pressions ne dépassant pas

des limites déterminées, n'acquiert pas les propriétés explosives qui, dans le règlement de 1897, sont attribuées à l'acétylène seul comprimé ou liquide. Un mélange de 25 0/0 d'acétylène et de 75 0/0 de gaz d'huile, comprimé à une pression ne dépassant pas 10 atmosphères, est maintenant autorisé et employé sur les chemins de fer anglais, comme il l'était, du reste, déjà sur les chemins de fer de l'État prussien.

Si l'Exposition de l'Imperial Institut a démontré l'emploi pratique de l'acétylène, nous aurions pu faire, en France, la même démonstration si une exposition de ce genre avait pu aboutir. Je vais vous montrer plusieurs appareils à production automatique de gaz qui auraient pu lutter avantageusement avec les appareils anglais ; j'en ai, du reste, vu fonctionner deux à Londres : l'un, celui de M. Fourchotte à l'Imperial Institut, l'autre, celui de M. Reibel, au Metropolitan District Railway. Les appareils que je vous présente sont dus soit aux études, soit à la collaboration d'Ingénieurs membres de notre Société qui, dans l'industrie de l'acétylène, comme dans les autres, est dignement représentée.

Les appareils de production du gaz acétylène se divisent en trois classes :

1° Ceux à écoulement d'eau sur le carbure. Exemples : appareils de MM. Fourchotte, Deroy, Luchaire et de Resener ;

2° Ceux dans lesquels l'eau, en montant, vient en contact avec le carbure ; autrement dit, qui reposent sur le principe du briquet à hydrogène de Gay-Lussac. Exemple : appareils de la Compagnie Urbaine d'éclairage par le gaz acétylène ;

3° Ceux à chute de carbure dans l'eau ; le carbure pouvant être employé — à l'état granulé ; exemple : appareils de la Société Internationale de l'acétylène, — ou à l'état de tout venant ; exemples : appareils automatiques de M. Reibel et de M. Barthez, appareil non automatique employé sur les chemins de fer prussiens.

Appareils de la première classe.

1° Autorégulateur de M. Fourchotte.

L'*autorégulateur de M. Fourchotte* est exploité en France par les usines Magnard, de Fourchambault, et en Angleterre par The Acetylene Gas Corporation Company (*fig. 1 et 2*).

Le *générateur* renferme un panier perforé contenant le carbure,

qui est attaqué de bas en haut ; il est formé de deux cylindres concentriques A et B, où circule de l'eau ayant pour objet de refroidir le gaz produit et de former *joint hydraulique* par l'immersion de la cloche C fixée à sa partie supérieure par un joint à baïonnette.

Le *gazomètre* est formé d'une cuve à eau et d'une cloche réglant

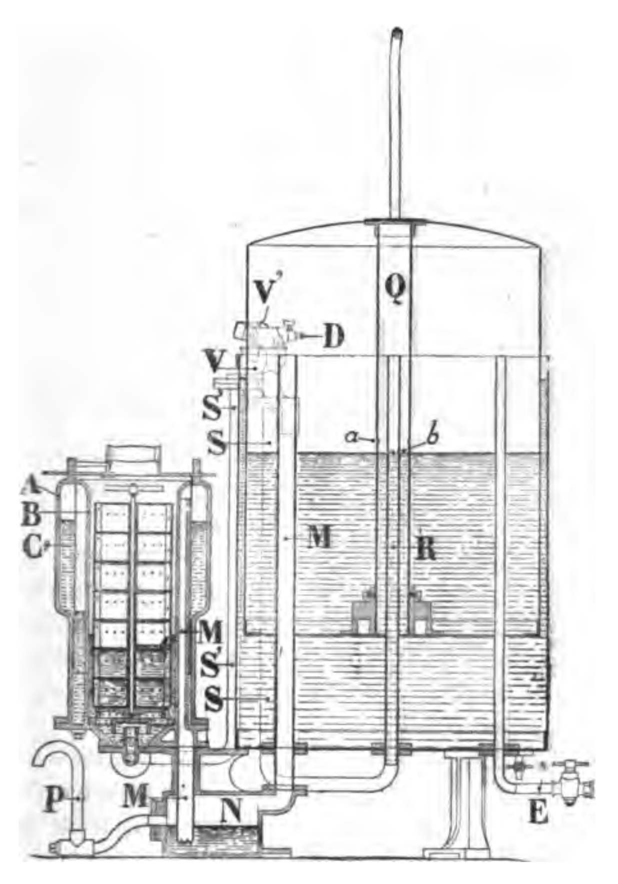


Fig. 1.

automatiquement la production de l'acétylène suivant la consommation. Au *fond de la cuve* est fixé un tube vertical R portant des ouvertures *b* à sa partie supérieure ; ce tube se continue, extérieurement à la cuve, par un tube *vertical* S qui se branche sur l'*entonnoir de distribution à basculeur* V. Cet entonnoir porte une gouttière horizontale sur laquelle fait joint un autre tube vertical S', S' destiné à conduire l'eau d'attaque au gazogène.

Sur le tube R télescope, sans frottement, un autre tube Q *fixé, lui, à la cloche du gazomètre* et également percé d'ouvertures *a*; la pression à l'intérieur de ce tube est donc égale à celle du gaz sous la cloche, tant que ces ouvertures sont au-dessus du plan d'eau intérieur de la cuve. Dans ces conditions, un filet d'eau coulant dans l'entonnoir V se rend par S dans le tube R, passe dans la cuve par les ouvertures *b* et l'excès se rend, par un trop-plein F, dans le joint hydraulique du gazogène ; de là, par un autre trop-plein, placé à la partie supérieure du joint hydraulique, l'eau va au *barillet* N qui sert au gaz allant du gazogène au gazomètre de refroidisseur, d'épurateur, de purgeur et de robinet hydraulique. Le niveau de l'eau du barillet est maintenu constant par le *tube-siphon* P.

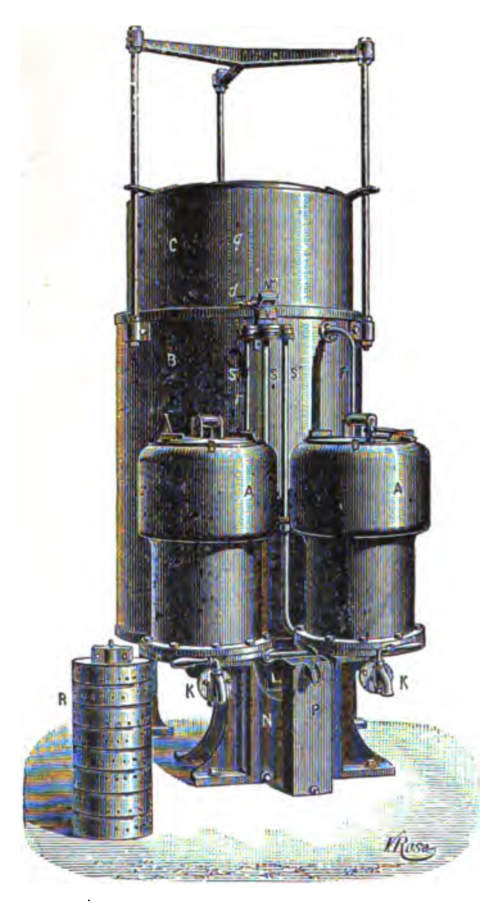


Fig. 2.

Supposons maintenant que la cloche descende et, par suite, aussi le tube Q : les orifices *a* de ce tube sont alors noyés dans l'eau de la cuve. Le gaz contenu dans ce tube se comprime, fait descendre l'eau contenue dans R et la fait, par suite, remonter dans le tube extérieur S; elle déborde dans le créneau de l'entonnoir distributeur qui est un peu *au-dessus du niveau extérieur de l'eau dans la cuve* et, par suite, elle atteint l'orifice du tube S'. L'eau qui coule dans l'entonnoir ne peut donc plus se rendre dans le gazomètre, mais se rend dans le gazogène ; elle descend à la partie inférieure du seau à carbure et l'attaque, compartiment par compartiment.

Dès que, par suite de la production de l'acétylène, la cloche

s'est soulevée, les orifices du tube coulisseur Q émergent à nouveau, l'*équilibre de pression* s'établit à l'intérieur de ce tube et dans la cloche ; l'eau, dans le tube R, n'est plus comprimée et elle reprend, dans le tube S, le même niveau qu'à l'intérieur de la cuve. L'eau qui coule dans l'entonnoir entrera alors par SS dans le gazomètre et ne descendra plus dans le gazogène par le tube S'.

M. Fourchotte a modifié cet appareil en rendant extérieurs les tubes Q et R : ce qui en facilite la visite. Le basculeur V' de l'entonnoir de distribution V n'existe plus. Dans cette modification, ce n'est plus le gaz sous la cloche, mais l'air atmosphérique qui agit pendant la descente de la cloche sur l'eau des tubes R et S. L'eau coule continuellement en très mince filet dans l'entonnoir V. Quand la cloche est soulevée et que les orifices *a* sont dénoyés, le niveau de l'eau dans le tube S ne peut dépasser la partie supérieure du tube R, puisque la pression est la même dans les deux branches, cette eau entre dans la cuve par l'enveloppe du tube R pour s'en aller par le tube de trop-plein F; elle ne peut donc s'écouler par le tube S' dans le gazogène. Mais si la cloche descend, les orifices *a* s'immergent : alors l'air se comprimant dans le tube Q fera descendre l'eau dans R et la fera remonter dans S. L'eau qui s'écoule par V passera dans S' pour se rendre au gazogène.

Le gaz ne s'échappe pas de la cloche par excès de production, puisque l'attaque ne se fait que par compartiment et que la quantité de carbure de chacun d'eux ne peut fournir assez de gaz pour remplir la moitié de cette cloche. On peut donc relier à un gazomètre de petit volume un nombre quelconque de gazogènes, tous ces gazogènes fonctionnant simultanément en un nombre qui varie *proportionnellement à la consommation du gaz*, et cela sans aucune manœuvre ni surveillance.

De nombreuses installations de cet appareil pourraient être citées, notamment à Paris, chez MM. Grouvelle et Arquembourg et chez MM. Muller et Roger.

2° Gazogène de M. Deroy.

La figure 3 représente un appareil à fonctionnement automatique dans lequel tout risque de fausse manœuvre se trouve évité par *l'emploi de joints hydrauliques*. 14 est le réservoir d'eau, 1 et 2 les gazogènes en nombre quelconque.

Les générateurs sont en communication par le tube 7 en

voir. On remplit d'eau le tube de sûreté 11′ et l'enveloppe réfrigérante 3.

Pour obtenir un dégagement d'acétylène, on ouvre de quelques divisions le robinet de réglage 9. L'eau s'écoule par le tube de niveau constant 7 et arrive au bas du panier de carbure. Le gaz formé passe par la colonne d'épuration 10 qui traverse le réservoir d'alimentation et s'échappe par le robinet de départ 14. Si ce robinet n'était pas ouvert ou que le gaz ne puisse sortir normalement, il passerait par les tubes de sûreté 11, 11′ et par le raccord 12 relié à un tube de caoutchouc, en s'échappant librement dans l'atmosphère. On cesse l'éclairage en fermant les robinets 9 et 14. A l'arrêt, il peut se produire une condensation de la vapeur d'eau formée, par suite, un vide partiel qui appellerait l'eau de la colonne 11, 12 dans le panier à carbure. Pour éviter cet inconvénient, le tube 14, de prise de gaz, est surmonté d'une sphère creuse non indiquée sur la figure dont la capacité est égale au volume d'eau qui peut refluer par les tubes de sûreté 11, 11′.

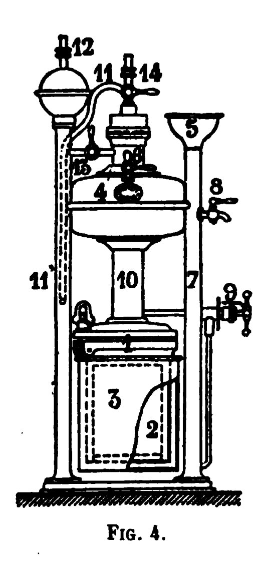


Fig. 4.

Cet appareil « Minimus » est construit de manière à être aisément portatif et est d'un maniement commode. Son diamètre est de 20 à 25 *cm*.

3° Appareil de MM. Luchaire et de Resener.

Cet appareil *(fig. 5)* est d'une remarquable simplicité : il est très bien combiné pour donner *automatiquement* une production de gaz proportionnelle à la consommation. Il comprend une grande cloche B, une cloche spéciale S faisant *office de régulateur et de laveur* dont les mouvements sont inverses de ceux de la cloche, enfin un ou plusieurs gazogènes C. La cuve du gazomètre fournit l'eau au gazogène par la simple manœuvre d'un robinet E. L'eau tombant au bas du panier à carbure attaque successivement les différents casiers de bas en haut. Le gaz formé se rend d'une part par F, au moyen *d'un tuyau flexible* R, dans un tube I solidaire du régulateur S, et arrive à la partie inférieure de cette cloche régulatrice, dont la partie supérieure est en relation constante avec la cloche du gazomètre, par un tube fixe J ; il se rend d'autre part directe-

ment à cette cloche par le tube horizontal dérivé de F et placé au-dessous de J.

Le but de cet appareil est de fournir, à chaque instant, une quantité de gaz égale à la quantité consommée, *de façon que la cloche du gazomètre reste sensiblement stationnaire.*

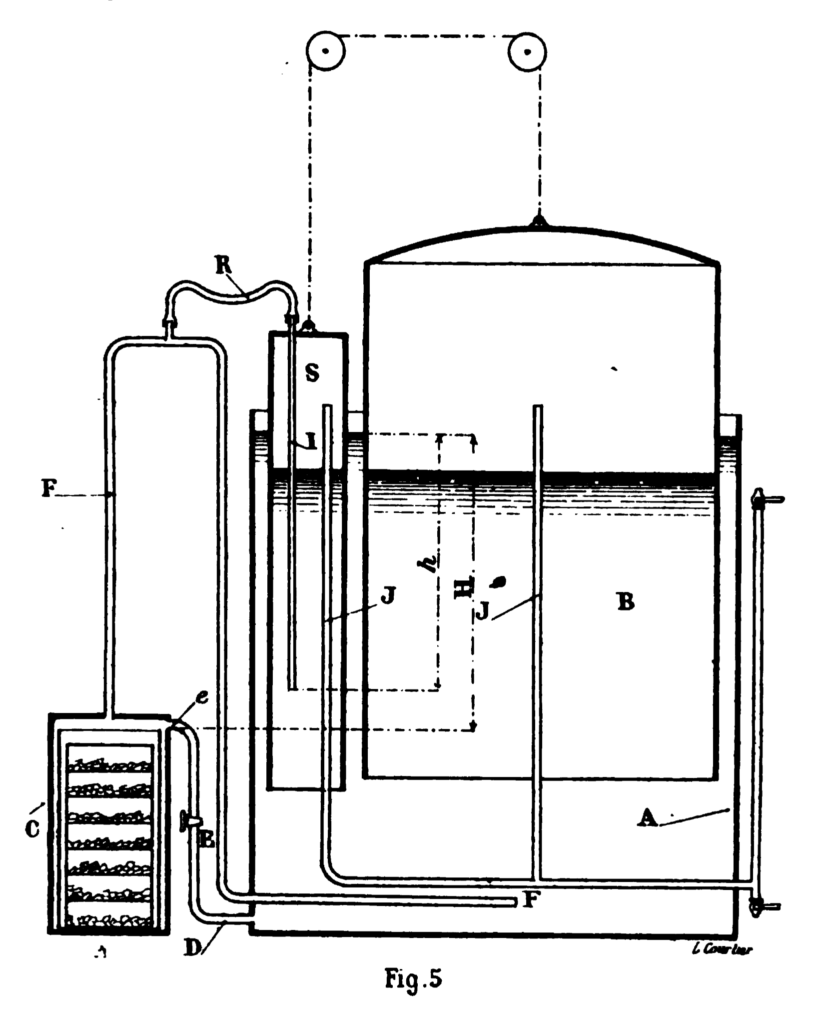


Fig.5

Quand le robinet E d'alimentation d'eau est ouvert, l'eau tend à rentrer dans le gazogène sous la pression H comprise entre le niveau supérieur de l'eau dans la cuve et l'orifice d'écoulement *e*. Pour que le gaz formé puisse s'échapper, il lui faut vaincre au moins la résistance *h* de l'eau qui est au-dessus de l'orifice inférieur du tube I mobile avec le régulateur.

Ces deux pressions antagonistes se contre-balancent, et *c'est leur différence* (H — h) *qui représente effectivement la pression sous laquelle l'eau s'écoulera en déversoir dans le gazogène.*

Il suffit donc, pour modifier l'écoulement de l'eau, de *faire varier cette différence* H — *h*. Nous avons vu que la cloche régulatrice et, par conséquent, la position de l'orifice inférieur du tube I est solidaire des mouvements de la cloche du gazomètre, et se déplace en sens inverse.

Quand la cloche *monte*, le régulateur *descend*, le tube I descend également : son orifice arrive à la hauteur H, la différence H — *h* devient donc nulle et l'eau cesse nécessairement de couler dans le gazogène.

On voit que, pour chaque position de la cloche, il existe une pression correspondante de l'eau et que, si on allume un certain nombre de brûleurs, la cloche se fixera et restera sensiblement immobile au point exact où l'écoulement de l'eau est rigoureusement proportionnel à la consommation des brûleurs.

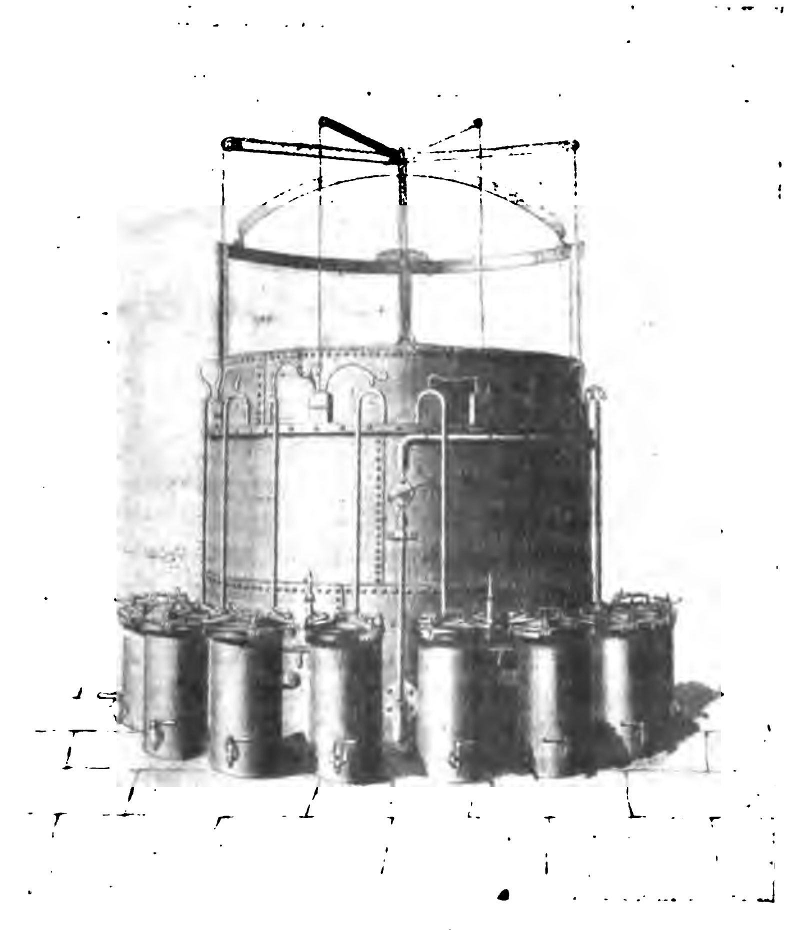
D'autre part, nous remarquerons que le tube de dégagement F *est toujours ouvert* et débouche librement au fond de la cuve sous la cloche. On a donc un joint ou soupape hydraulique qui donne la plus grande sécurité au cas anormal d'une obstruction ou d'une surproduction.

Il est facile de multiplier le nombre des gazogènes, ainsi que le montre la vue d'ensemble ci-jointe. Ils sont groupés par série de deux autour de l'appareil, *chaque paire* est indépendante l'une de l'autre et possède *une cloche régulatrice spéciale*. Les deux appareils d'une paire de gazogènes sont reliés par un tube de communication muni d'un robinet placé à la partie supérieure. Le tube de communication étant ouvert, l'alimentation d'eau qui a commencé par l'un des gazogènes continue à se faire, après l'épuisement de celui-ci, dans le deuxième gazogène. Il est ainsi possible de recharger en pleine marche un générateur épuisé sans avoir à perdre de gaz, puisque chaque gazogène est isolé en tout temps de la cloche par le *joint hydraulique*, formé par le tube I.

La manœuvre de l'appareil est donc des plus simples : il permet d'alimenter un nombre de becs variable et considérable en assurant un éclairage régulier. Il est *simple et rustique*. Ces qualités assurent à l'appareil Luchaire et de Resener une place importante dans l'industrie de l'acétylène.

Il est déjà utilisé dans plusieurs installations importantes. Nous

citerons, notamment, la gare de Fourchambault (P.-L.-M.) où il sert à l'éclairage des bâtiments et des quais, celle de Pantin (Compagnie de l'Est), celle de Pornic (Compagnie de l'État),



l'usine même de M. Luchaire, rue Érard, sans compter d'autres installations que nous pourrions citer également.

Appareils de la deuxième classe.

Les appareils précédents étaient à chute d'eau sur le carbure. Les appareils de la Compagnie Urbaine d'éclairage par l'acétylène (système Türr) que nous allons décrire, reposent sur le principe du briquet à hydrogène, mais avec des modifications, du reste très simples, qui les rendent très intéressants. D'abord, ils ne

comportent pas de gazomètre, ce qui peut paraître téméraire au point de vue de la régularisation du débit et de la surproduction. M. Türr a heureusement tourné la difficulté en profitant de ce fait que le carbure de calcium est insoluble dans le pétrole et en le séparant de l'eau d'attaque par une couche surnageante de ce liquide plus léger qu'elle.

Les figures 6 et 7 donnent la vue d'appareils domestiques.

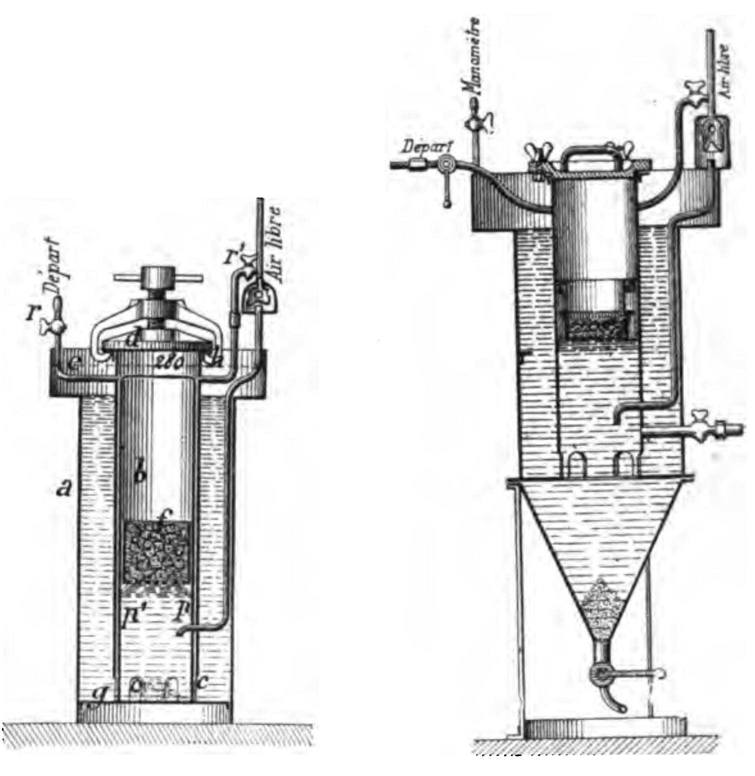


FIG. 6. FIG. 7.

Deux vases *a* et *b* communiquent par des ouvertures pratiquées au bas du vase *b* ; le vase *a* est terminé à sa partie supérieure par une bâche. Le vase *b* est fermé par des barrettes d'autoclave : il porte le panier de carbure supporté par deux pieds qui se prolongent à la partie supérieure par une poignée. Le gaz s'échappe par un robinet de départ *r*. A droite est un robinet r_1 d'évacuation de l'air quand l'appareil est nouvellement chargé. Pour éviter les effets de la surproduction, il existe un tube de

sûreté *p* débouchant à l'air libre et se terminant dans une boîte qui renferme un cône destiné à retenir les projections de pétrole.

L'appareil de la figure 7 ne diffère du précédent qu'en ce qu'il est terminé en bas par un entonnoir servant à recueillir la chaux de la réaction. Il est muni d'un index indiquant l'endroit où l'on doit arrêter l'arrivée de l'eau, au moment du chargement, pour qu'en plaçant le panier on ne risque pas de le plonger dans l'eau.

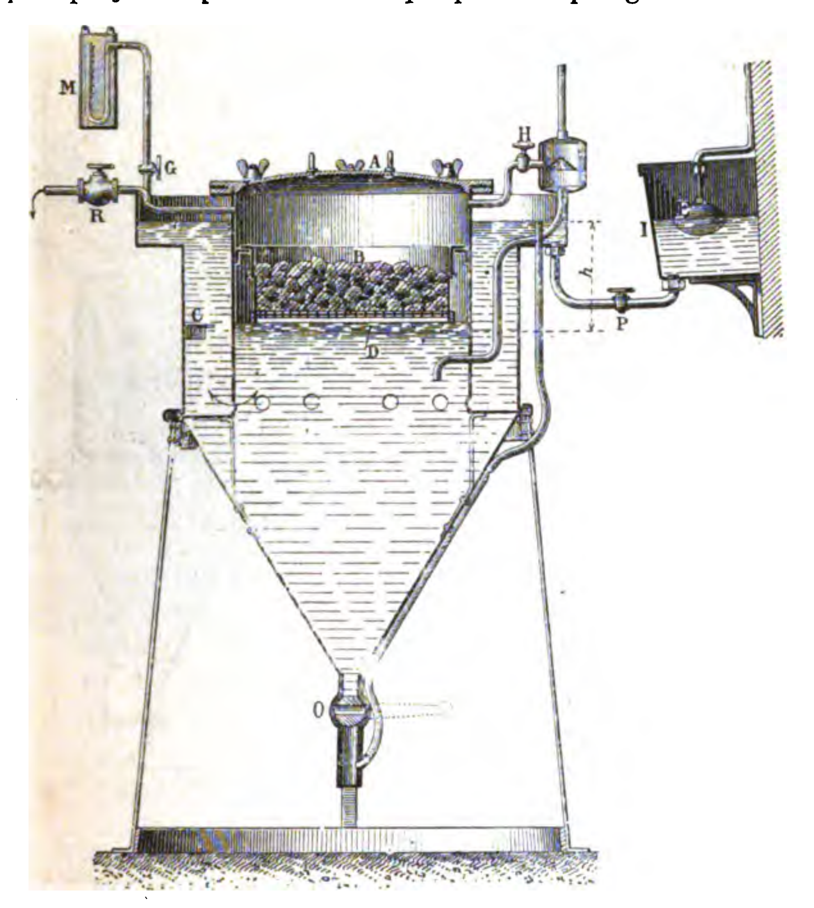


Fig. 8.

L'appareil (*fig. 8*) est plus puissant : il correspond à des débits de 100 et 200 becs de 10 *l* pendant dix heures. Il présente sur les précédents les différences suivantes :

Un tube de trop-plein débouche de la bâche dans le tube de vidange, et cela en vue d'empêcher la pression de l'eau de s'écarter des limites prévues. En outre, un tube d'alimentation d'eau



Fig. 9.

Vu et certifié conforme à l'[illegible] de [illegible]
[illegible], le 26 Avril 189[illegible]
Le Maire
[illegible signature]

sert à remplacr l'eau absorbée par suite de la production du gaz; à cet effet, on a une bâche d'eau indépendante avec un flotteur qui actionne un robinet sensible monté sur une canalisation d'eau; ce robinet laisse écouler la quantité d'eau nécessaire au remplacement de celle qui a été absorbée.

Pour des installations importantes, on groupe un certain nombre de gazogènes; le gaz, au départ de ces appareils, débouche dans une nourrice commune, qui sert à sa distribution.

Ces appareils servent à l'éclairage des villes. La figure 9 représente, en particulier, l'intérieur de la petite usine installée à Mouzon, dans les Ardennes. Deux gazogènes de quatre cents becs sont montés en batterie; de la nourrice partent trois canalisations distinctes desservant trois secteurs; sur ces canalisations sont branchés des compteurs de consommation. Sur chaque appareil est montée une potence servant au chargement et au déchargement faciles des paniers de carbure. L'agent préposé à ce travail est occupé environ une heure par jour; le reste du temps, il peut vaquer à ses occupations. Cet exemple est intéressant pour montrer que l'installation d'une usine d'acétylène se réduit à des frais minima de personnel. La marche des appareils se fait automatiquement, la production se réglant sur la consommation.

Ce même principe du briquet à hydrogène avec pétrole surnageant a été appliqué par M. Türr à différentes lampes portatives.

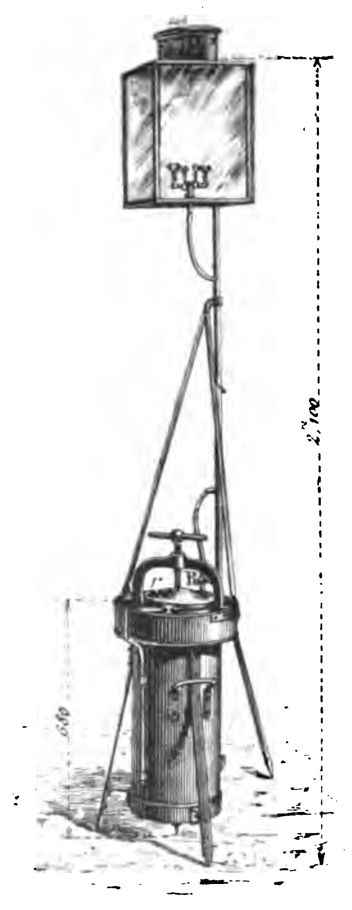


Fig. 10.

La lanterne à quatre becs conjugués (*fig. 10*) est destinée aux chantiers de travaux publics et de chemins de fer en vue des mêmes emplois que les appareils Wells ou Seigle. Les quatre becs de 20 *l* chacun peuvent brûler ensemble pendant environ huit à

dix heures, et ont l'avantage d'éclairer sans bruit le chantier.



Fig. 11.

Ce même principe est appliqué à une lampe portative pour équipes de deux ou trois hommes circulant sur la voie.

La figure 11 représente une lampe à signaux à main pouvant projeter son rayon lumineux jusqu'à 400 *m*. Elle comporte, avec le générateur, un bec de 10 *l* avec réflecteur. L'allumage se fait en amenant la porte en face de ce brûleur. On opère le changement des feux à la main, en appuyant la lanterne sur son genou et en tournant le cylindre qui porte les verres: on peut ainsi, à volonté, envoyer des feux blancs, verts ou rouges.

Enfin, on construit également une lampe de voiture toujours fondée sur le même principe.

Appareils de la troisième classe.

Ces appareils sont à chute de carbure dans l'eau. L'opération de verser automatiquement dans l'eau une quantité limitée de carbure, proportionnelle à la consommation, est plus difficile à réaliser que celle où l'eau est amenée sur le carbure. On y parvient cependant, maintenant, d'une façon très satisfaisante en employant du carbure granulé ou du tout-venant. Nous décrirons plusieurs appareils appartenant à cette classe.

I. — L'appareil de la Société Internationale de l'Acétylène (*fig. 12*) repose sur l'admission automatique, dans l'eau, de carbure granulé. Celui-ci, renfermé dans une trémie C fermée hermétiquement en E, tombe dans l'eau d'une cuve A quand la cloche lestée B descend. Cet abaissement amène, en effet, la tige T de la soupape de distribution D, à double cône disperseur E, en contact avec un plateau de butée K qui empêche la soupape D de descendre autant que la cloche B, ouvre l'admission du carbure et provoque ainsi la production d'un nouveau volume de gaz qui fait remonter la cloche ; la soupape se ferme donc en interrompant l'admission du carbure jusqu'à une nouvelle descente de la

cloche. Cet appareil comporte un tube de sûreté L, un robinet purgeur d'air I pour la mise en marche, un tuyau de remplissage U, un robinet de niveau M et un bouchon de vidange X.



Fig. 12. Fig. 13.

C'est sur le même principe que sont fondés les appareils qu'emploie cette Société pour l'éclairage public. Ces appareils sont logés dans le soubassement des candélabres, ainsi que l'indique la figure 13.

Ce mode d'application de l'acétylène est intéressant à citer, au point de vue de la suppression des canalisations et des fuites auxquelles elles donnent lieu. Il présente encore l'avantage de pouvoir laisser le bec s'éteindre de lui-même quand l'appareil a reçu la charge de carbure correspondant exactement au nombre d'heures d'éclairage qu'il doit assurer.

Ces appareils sont appliqués, en particulier, à Bordeaux, à Rennes et dans plusieurs communes de France.

II. — Je citerai en passant un autre appareil dû à M. Barthez, construit par la maison Diederichs de Bourgoin. Il repose sur l'emploi d'une roue à godets qui peut tourner dans une enveloppe fermée en communication par un tube à plongeur avec le gazogène; chacun des godets rempli de carbure est fermé par une porte retenue au moyen d'un levier à deux branches.

Quand la cloche du gazomètre descend, elle fait tourner la roue à godets par l'intermédiaire d'une chaîne, d'un levier à contrepoids, d'un cliquet et d'une roue à rochet. Dans ce mouvement, le levier de la porte du godet inférieur, passant sur un plan incliné de déclenchement, est obligé de basculer et de dégager cette porte qui s'ouvre de son propre poids en déversant le carbure dans le tube plongeur.

III.— L'appareil *(fig. 14 et 15)*, à chute de carbure dans l'eau, de la Société des brevets Reibel utilise ce carbure à l'état de tout-venant, comme le précédent.

Le carbure est chargé dans la trémie T et tombe dans un distributeur C dont le fond est constitué par une sorte de tablier sans fin mobile sur deux galets. L'un d'eux est commandé par une poulie H manœuvrée par une chaîne solidaire des mouvements de la cloche. Quand celle-ci descend, la poulie entraîne, par une roue à déclic, le tablier sans fin. Quelques morceaux de carbure sont ainsi amenés dans le gazogène par le tuyau de chute D, terminé par un plan incliné aboutissant à un panier treillagé. Le gazogène renferme de l'eau à un certain niveau déterminé par des robinets de jauge et, au-dessus, une couche de pétrole. Ce pétrole empêche l'attaque du carbure tombant dans le tuyau de chute et isole le distributeur de l'eau ou de la vapeur d'eau du gazogène. La chaux résultant de l'attaque du carbure dans le panier vient tomber dans un récipient R en passant par un clapet qui est ouvert pendant la marche et n'est fermé

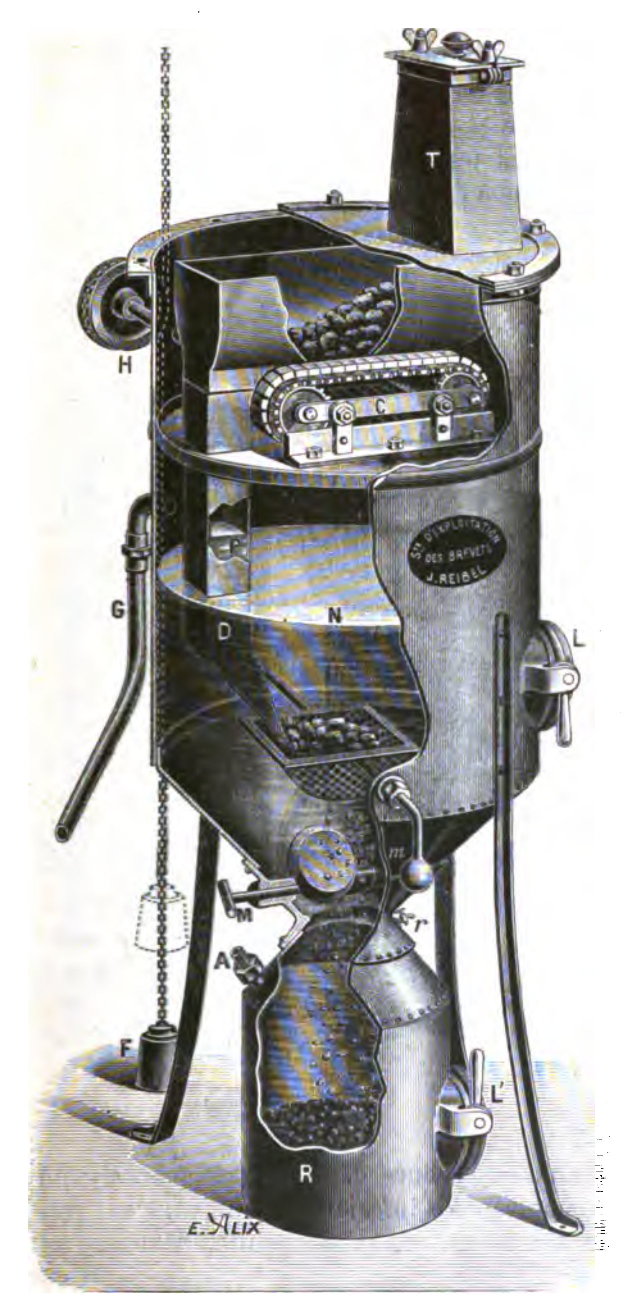

T
H
C
STE D'EXPLOITATION
DES BREVETS
J. REIBEL
G
D
N
L
m
M
r
A
F
L'
R
E. ALIX

FIG. 14.

qu'au moment du nettoyage par la clef M. L'acétylène formé se rend, par le tuyau de départ G, dans le gazomètre.

Quand, par suite de la consommation, la cloche B descend, elle entraîne la chaîne en faisant remonter le poids tendeur F′. Quand la chaîne est ainsi tendue, elle fait tourner la poulie H qui entraîne, par la roue à déclic, le tablier sans fin et fait tomber quel-

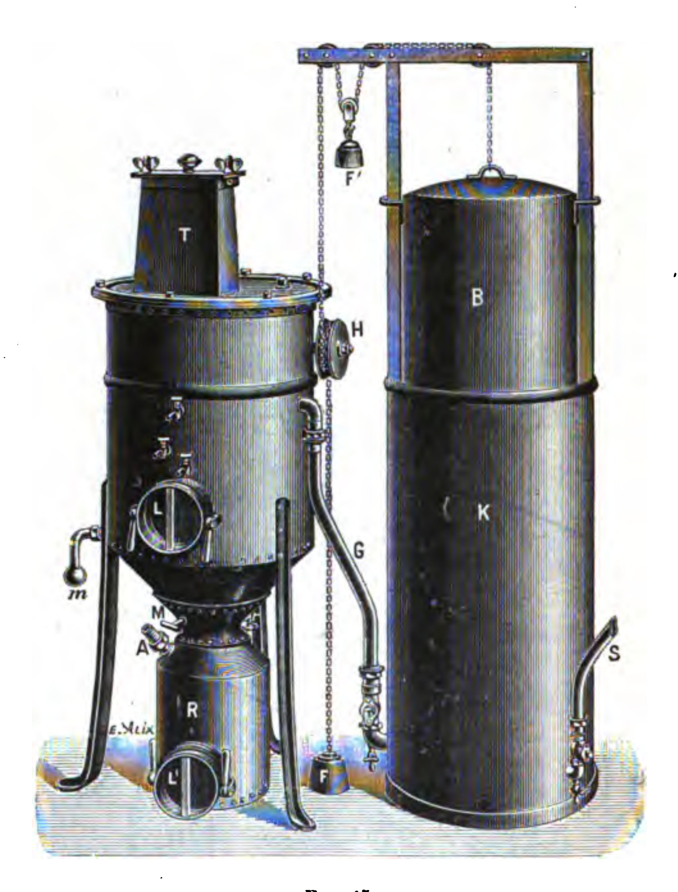


Fig. 15.

ques morceaux de carbure dans le gazogène. Quand la cloche remonte, le contrepoids inférieur F, soulevé, vient reposer à nouveau sur le sol en entraînant la poulie, devenue folle en sens inverse.

Le nettoyage quotidien se fait en fermant le clapet au moyen de la clef M, isolant le gazogène du réservoir R. On vide ce réservoir par le tampon L′ et on le remplit d'eau par la tubulure A

en ouvrant le robinet *r* pour l'échappement de l'air. Le nettoyage terminé, on ouvre le clapet M ; on a ainsi conservé l'eau du gazogène et l'acétylène qu'elle tenait en dissolution. Pour les grands nettoyages mensuels, on se sert du tampon L.

Le nettoyage quotidien peut se faire en pleine marche : il n'y a qu'à remettre du carbure dans la trémie pour que cette marche soit continue.

IV. — Il est assez difficile de dire s'il vaut mieux, pour les appareils *automatiques* à chute de carbure dans l'eau, employer du

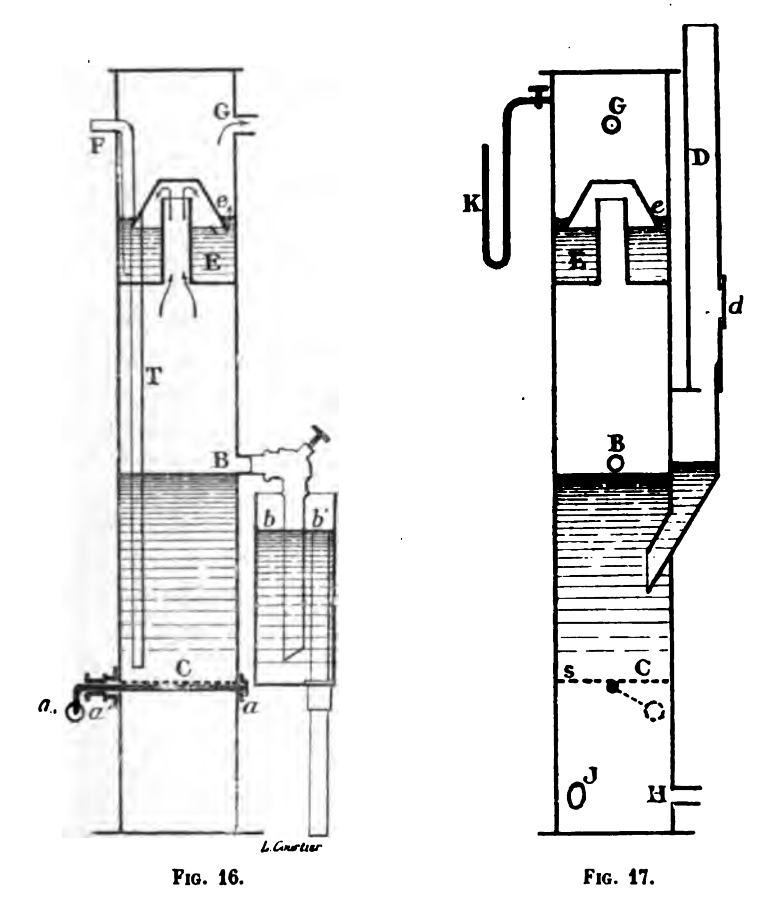


Fig. 16. Fig. 17.

carbure granulé ou tout-venant, à part l'augmentation de prix résultant du broyage. Mais pour les appareils non automatiques où le carbure est jeté dans un grand excès d'eau, l'emploi du tout-venant est tout indiqué.

Parmi ces derniers, je décrirai celui des Chemins de fer de l'État prussien (*fig. 16 et 17*). Il se compose d'un cylindre en fer galvanisé avec tuyau de trop-plein B et siphons extérieurs b et b_1. A une certaine distance du fond du gazogène se trouve un disque perforé C qui tourne sur son axe aa_1 et est muni d'un levier à contrepoids a_2 et d'un arrêt s destinés à le maintenir horizontal. D est un tuyau de chute portant une ouverture fermée par une porte à glissière, par laquelle on introduit le carbure de calcium qui tombe sur le disque perforé. A la partie supérieure du générateur se trouve un laveur E muni d'un cône d'adduction e et d'un tube T de trop-plein faisant communiquer ce laveur avec l'eau du générateur. Ce laveur est seulement installé sur les petits générateurs; il est à part dans une grande installation telle que celle qui sera décrite plus loin. F est un tuyau d'amenée de l'eau destinée à remplir le laveur E et la partie inférieure du générateur. G est le tuyau de départ du gaz. H est un robinet de vidange et J un tampon de nettoyage. K est un manomètre à colonne d'eau servant, en outre, de soupape de sûreté.

L'eau est introduite par F dans le laveur et, par le tuyau de trop-plein T, dans le générateur jusqu'à ce qu'elle s'écoule par le trop-plein B et les siphons b et b_1. Le disque perforé est alors amené à sa position horizontale par son contrepoids à levier a_2. On jette ensuite le carbure de calcium, en quantité voulue, par l'ouverture *d* et il vient tomber sur le disque perforé. L'acétylène formé traverse le laveur et se rend, par le tube de départ G, dans le gazomètre qui est indépendant. Le manomètre K indique la pression intérieure du générateur et sert de tube de sûreté dans le cas où celle-ci augmenterait trop rapidement. Cette pression ne peut jamais être supérieure à 10 *cm* d'eau.

Acétylène dissous.

Un des modes d'application les plus intéressants de l'acétylène est celui qu'exploite la Compagnie de l'acétylène dissous. Il consiste à utiliser la propriété remarquable que possède l'acétone de dissoudre l'acétylène en quantité proportionnelle à la pression. Cette propriété a été appliquée et brevetée pour l'éclairage par MM. Claude et Hess.

A 15° l'acétone dissout 24 fois son volume de gaz par kilogramme de pression : donc, pour 10 *kg*, 1 *l* pourrait absorber 240 *l*

d'acétylène. Ce gaz se dégage régulièrement lorsque la pression diminue, et peut être utilisé à l'aide d'un détendeur dans les applications ordinaires de l'éclairage.

MM. Claude et Hess se sont proposé d'éliminer par cette méthode les causes de danger résultant de l'emploi de l'acétylène liquéfié. Les derniers perfectionnements apportés à leur procédé viennent de le rendre tout à fait pratique.

M. Vieille avait montré, en 1897, qu'à la condition de ne pas dépasser le degré de saturation correspondant à 10 *kg* pour la température de 15°, la dissolution constituait bien un liquide inerte, ne détonant ni par le choc ni par l'amorce au fulminate. Mais l'acétylène formant atmosphère au-dessus du liquide restait explosif, sans cependant que l'explosion de ce gaz se propageât au liquide.

Au-dessus de 20 *kg*, l'acétylène dissous dans l'acétone conservait les propriétés explosives de l'acétylène liquide. En admettant que la pression de saturation ne dépassât pas 20 *kg*, il fallait admettre que l'appareil pût résister à la pression de décomposition qui est 10 fois plus forte que la pression initiale. D'autre part, l'influence de la température sur les tensions mises en jeu était considérable : pour une variation de 30°, la tension doublait. On était donc amené à exiger que l'appareil chargé à 10 *atm* pût résister à 200 *atm* par centimètre carré.

Pour obvier à cet inconvénient, la Société a étudié un système d'absorption d'acétylène dissous, analogue à la dynamite qui est de la silice emprisonnant de la nitroglycérine. Elle fabrique des briques poreuses en matière bien céramique et non calcaire, en raison de l'action de l'acétone sur la chaux, dont la porosité est de 75 0/0. Ces briques poreuses sont percées de canaux moulés permettant la facile diffusion des gaz. Elles épousent la forme des récipients qui les contiennent et on leur fait absorber la solution de l'acétylène dans l'acétone.

Dans ces conditions on peut compter pratiquement que, dans 1 *l* du récipient, on peut accumuler 10 *l* d'acétylène par kilogramme, soit 100 *l* pour 10 *kg* de pression.

Les conditions de sécurité sont alors tout à fait transformées. L'explosion excitée artificiellement se propage par les canaux collecteurs, mais elle y subit des refroidissements tels que la pression moyenne s'élève très peu au-dessus de la pression initiale, dans les conditions les plus défavorables.

Cette atténuation des effets explosifs avait d'abord été démon-



trée par des essais sur de petits cylindres de tôle mince qui éclataient lorsqu'on provoquait l'explosion de l'acétylène seul et qui résistaient lorsqu'ils avaient été chargés en briques poreuses mouillées d'acétone et saturées d'acétylène sous la même pression.

M. Vieille a fait à ce sujet des essais plus étendus et plus scientifiques qui ont vérifié ce résultat.

Avec un récipient renfermant de l'acétylène *seul* à 18 *kg*, la pression de décomposition a été de 160 *kg*.

Avec un récipient renfermant des briques sèches et de l'acétylène *non dissous*, l'explosion a donné une pression à peine double de la pression initiale; elle s'est étendue au pourtour des briques et dans les canaux distributeurs et ne s'est propagée que de quelques millimètres dans les pores de la brique la plus voisine du point d'inflammation.

Avec un récipient garni de briques *saturées d'acétone*, la propagation se réduit au noircissement superficiel des briques les plus voisines du point d'inflammation. L'élévation de pression est, en outre, *à peine de quelques kilogrammes*.

Au point de vue de l'élévation de température, les résultats ont été également remarquables. Ces expériences montrent nettement l'atténuation considérable apportée par l'emploi des briques poreuses aux phénomènes de décomposition de l'acétylène.

Ainsi utilisé, l'acétylène sous pression devient industriel.

On peut s'en servir pour remplir des récipients pouvant être chargés sur voitures et alimenter ainsi, à la manière du gaz portatif, des installations particulières.

Le transport du gaz se fait au moyen d'une grande voiture composée de 4 tubes en acier doux de 400 *mm* de diamètre et 2 *m* de long avec détendeur, manomètre et compteur.

L'emploi de l'acétylène dissous dans ces conditions se comprend facilement. L'acétylène préparé dans des appareils ordinaires à basse pression est recueilli dans un gazomètre. De là il est refoulé par une pompe dans des accumulateurs formés de cylindres en tôle d'acier entièrement remplis de briques poreuses saturées d'acétone. La pression normale dans ces cylindres est de 12 *kg* effectifs, et leur épaisseur est calculée de manière qu'ils puissent résister sans déformation à une pression triple, soit de 36 *kg*.

Les récipients chargés sur voiture sont mis en communication soit avec ces accumulateurs, soit avec la pompe pendant la durée

nécessaire à leur saturation complète. Ils sont remplis à une pression ne devant pas dépasser 10 *atm*, et, pour éviter tout danger résultant des variations extrêmes de température, ils ont été préalablement éprouvés à une pression six fois plus élevée, c'est-à-dire de 60 *kg*.

Ce mode d'utilisation de l'acétylène, qui est des plus intéressants, va prochainement être essayé sur une ligne des Tramways-Sud.

Application de l'acétylène à l'éclairage.

L'acétylène possède, au point de vue de l'éclairage, des qualités précieuses qu'il est bon de résumer, quoiqu'elles soient bien connues.

Il possède un pouvoir éclairant quinze fois plus grand que celui du gaz de houille brûlant dans des becs ordinaires. Il lui est supérieur comme qualité de lumière : sa couleur blanche se rapproche le plus de celle de l'arc électrique et, à ce point de vue, il est préférable aux gaz de houille ou d'huile, au pétrole et à la lumière électrique à incandescence. Sa flamme présente la plus grande fixité malgré les courants d'air ou les trépidations. Ses rayons ont une puissance de pénétration qui saute aux yeux quand on passe, par exemple, devant une gare éclairée avec ce gaz : on l'observe surtout par les temps de brouillard quand cette gare est à la fois éclairée à l'acétylène et avec du gaz ordinaire : il est donc bien approprié à l'éclairage des phares et des projecteurs. Il possède des propriétés photogéniques qui le font employer avec succès en photographie. Il n'altère pas les couleurs comme le font certains becs à incandescence par le gaz. Il présente, il est vrai, les mêmes risques d'explosion que le gaz, mais il est moins toxique et, en brûlant, il vicie moins l'atmosphère ; en effet, un bec brûlant ce gaz produit deux fois moins d'acide carbonique qu'un bec Auer et quatre fois moins qu'une lampe à pétrole. Il n'est donc pas étonnant que M. le Docteur Motais d'Angers, dans une excellente étude sur l'éclairage à l'acétylène parue dans la *Revue Scientifique*, l'ait recommandé et conseillé d'une façon spéciale au point de vue de l'hygiène, notamment pour les lycées et les hôpitaux.

Enfin, l'installation de l'éclairage à l'acétylène permet de réaliser sur le gaz ordinaire une économie dans les conduites de

distribution. Il est facile de s'en rendre compte en partant de la formule suivante de Monnier :

$$h = \frac{2LdQ^2}{D^5},$$

dans laquelle :

h est la perte de charge par unité de section,
L la longueur de la conduite,
d la densité du gaz (0,92 pour l'acétylène ; 0,46 en moyenne pour le gaz ordinaire),
Q le débit,
D le diamètre de la conduite.

Appliquons cette formule pour les deux gaz en supposant la même longueur de conduite, la même perte de charge et le même éclairement. Nous aurons ainsi, en remarquant que l'acétylène est quinze fois plus éclairant que le gaz de houille et que sa densité est sensiblement double :

$$\frac{0{,}46\,(15\,Q)^2}{D^5} = \frac{0{,}92\,Q^2}{D'^5},$$

d'où l'on déduit : $$\frac{D'}{D} = \sqrt[5]{\frac{2}{225}} = \frac{1}{2{,}6},$$

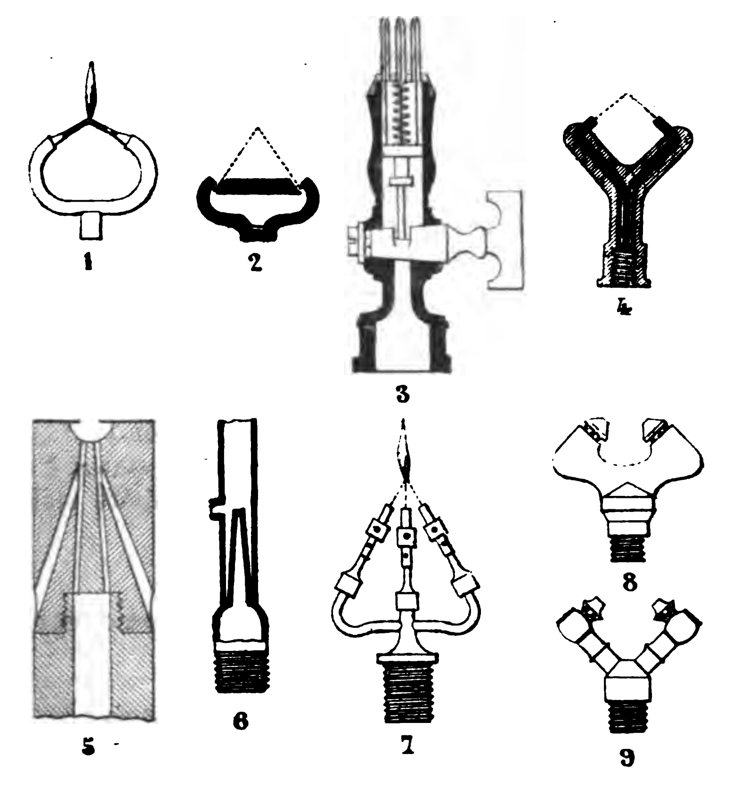
c'est-à-dire qu'en supposant une même perte de charge pour les deux gaz, il faut, pour réaliser le même éclairement, une conduite d'un diamètre 2,5 fois plus petit pour l'acétylène que pour le gaz de houille.

Un des obstacles à l'extension de l'éclairage à l'acétylène a été le brûleur. Il faut, pour que ce gaz donne tout son rendement lumineux, que sa combustion soit faite en lame mince, de manière que toutes ses particules de carbone soient bien portées à l'incandescence. On employa tout d'abord des brûleurs directs, genre Manchester et Bray, déjà connus dans l'industrie, dont les orifices très petits convenaient le mieux pour les gaz riches en carbone. Mais leur réglage était très délicat : avec une pression trop faible, ils donnaient une flamme fuligineuse ; avec une pression trop forte, ils brûlaient en fer de lance. De plus ils s'encrassaient très rapidement, et malgré des nettoyages et épinglages fréquents, ils devaient être rapidement remplacés. Cet encrassement n'est pas dû, comme on l'a cru d'abord, aux impuretés de l'acétylène, puisque les becs brûlant de l'acétylène liquéfié de

M. Pictet, qu'on pouvait considérer comme chimiquement pur, s'encrassaient aussi bien qu'avec ce gaz non épuré, ni aux aspérités des orifices qui interviennent cependant pour le faciliter.

La cause réelle de cet encrassement, c'est la polymérisation de l'acétylène porté à une haute température à la sortie des becs et sa facile décomposition en carbone et hydrogène. Le carbone non brûlé se dépose sur l'orifice, subit un véritable graphitage et il se forme un noyau qui champignonne rapidement dès qu'il est amorcé.

Les brûleurs directs ont été perfectionnés de manière à éviter cet encrassement : l'on peut citer, parmi ceux qui ont le plus



de succès, le bec Ragot (*fig. 1*), le bec Lebeau à large tête en stéatite (*fig. 2*), le bec Fescourt à décrassement automatique (*fig. 3*), le bec Viard à tube capillaire en verre (*fig. 4*); ces becs et les suivants sont représentés sur la planche ci-contre.

Les brûleurs à mélange d'air donnent encore de meilleurs résultats. M. Bullier en a fixé les types dès 1895. Un premier

dispositif (*fig. 5*), comporte deux jets inclinés comme dans le bec Manchester : le gaz arrive par les conduits centraux qui se relient chacun respectivement à des conduits inclinés par lesquels il se fait un vif appel d'air. Celui-ci se mélange à l'acétylène pour donner une flamme bien éclairante.

Un second dispositif (*fig. 6*) est analogue en principe au bec Bunsen, mais, contrairement à l'utilisation de ce dernier qui brûle en *bleu*, il permet d'obtenir une flamme aussi éclairante que possible. Le gaz arrive par un ajutage étroit au bas d'un tube à l'extrémité duquel se trouve le brûleur. En face de ces ajutages est un orifice percé dans la paroi. L'air entraîné par le gaz sous pression se mélange à celui-ci dans le tube qui joue le rôle de chambre de mélange. M. Bullier dispose son bec en deux ou plusieurs branches convergentes (*fig. 7*), de manière que la rencontre des jets de gaz détermine leur redressement et leur écrasement en produisant une flamme verticale. De cette façon, la partie éclairante de la flamme est relativement loin des orifices, en raison de l'excès d'air introduit par les ouvertures latérales : en effet, grâce à cet excès d'air, la combustion du carbone est complète entre les orifices et le point d'écrasement; la flamme est bleue et non éclairante au sortir des orifices, et l'on évite ainsi tout dépôt de graphite à l'orifice des becs.

Cette disposition, brevetée dès 1896 par M. Bullier, et dont les figures 8 et 9 indiquent les derniers modèles, a été reproduite dans d'autres becs, becs Naphey et autres, qui n'en sont que des variantes. Ces becs à flammes conjuguées et à mélange d'air ne s'encrassent pas et donnent une magnifique lumière ainsi que l'on peut s'en rendre compte.

Comparaison des prix de revient des divers illuminants.

Le tableau suivant donne la consommation moyenne des différents agents d'éclairage pour obtenir la carcel-heure.

ACÉTYLÈNE		GAZ		PÉTROLE		ÉLECTRICITÉ
BEC ordinaire	BEC à incandescence	BECS papillons	BEC Auer n° 1	BECS ordinaires	BECS à incandescence	LAMPES à incandescence
7,5 *l*	3 *l*	140 *l*	23 *l*	30 *gr*	18 *gr*	0,40 hectowatt

Le prix de revient de la carcel-heure dépend, en outre de ce débit, du prix de vente de l'unité.

1° Pour l'électricité, l'hectowatt-heure coûte de 0,15 *f* à 0,06. La carcel-heure revient ainsi,

avec :	0,15 *f* l'hectowatt-heure,		à 0,06 *f*
	0,10	—	0,04
	0,06	—	0,024

2° Pour le pétrole de bonne qualité de densité 800, nous admettons comme prix du litre 0,60 *f* à Paris et 0,35 *f* en province. En le brûlant dans des becs ronds ordinaires donnant deux carcels ou dans un bec à incandescence donnant trois carcels, la carcel-heure revient à :

	A Paris.	En province.
Becs ronds ordinaires. . .	0,0225 *f*	0,0132 *f*
Becs à incandescence . . .	0,0135	0,0080

3° Pour le gaz de houille le prix de vente peut varier de 0,35 *f* à 0,20 *f* le mètre cube.

Avec le papillon de ville, donnant la carcel pour 140 *l* à l'heure, celle-ci reviendra, suivant le prix de base :

de	0,35 *f*	0,30 *f*	0,20 *f*
à	0,048 *f*	0,042 *f*	0,028 *f*

Avec les becs à incandescence Auer nous établirons son prix d'après le tableau suivant donnant pour les différents types de becs la consommation horaire et le pouvoir éclairant de ces becs à l'état neuf.

NUMÉROS DES BECS	CONSOMMATION HORAIRE en litres	POUVOIR ÉCLAIRANT en carcels	DÉBIT en litres PAR CARCEL	PRIX DE LA CARCEL-HEURE EN CENTIMES Le mètre cube de gaz valant : 0,35 *f*	0,30 *f*	0,20 *f*
0	50	2	25	0,875	0,75	0,50
1	82	3,5	23	0,82	0,70	0,46
2	115	5,75	20	0,70	0,60	0,40
3	150	10	15	0,525	0,45	0,30

4° Pour l'acétylène, le prix peut varier dans des limites encore

plus étendues selon le prix d'achat du carbure. Le mètre cube revient tous frais compris, (amortissement et entretien), à :

3 *f*	avec du carbure à	750 *f*	la tonne
2,50	—	650	—
1,80	—	440	—

Ce dernier prix est celui auquel il revient pour les chemins de fer de l'État prussien et on peut l'admettre également pour les chemins de fer français s'approvisionnant directement aux usines.

On peut par suite desser le tableau suivant :

DÉBIT À L'HEURE en litres	POUVOIR ÉCLAIRANT en carcels	DÉBIT en litres PAR CARCEL	PRIX DE LA CARCEL-HEURE EN CENTIMES Le mètre cube d'acétylène valant : 3 *f*	2,50 *f*	2 *f*	1,80 *f*
8	1	8				
12	1,5	8	2,4	2	1,6	1,44
16	2	8				
23	3	7,5	2,25	1,87	1,5	1,35
30	4	7,5				

Des tableaux précédents on peut déduire les considérations suivantes :

1° L'éclairage à l'acétylène est plus économique qu'avec des lampes électriques à incandescence.

2° Il ne coûte pas plus cher que l'éclairage au pétrole avec des becs ordinaires, ce qui est le cas général; et il a l'avantage qu'on n'a pas au-dessus de sa tête ou près de soi un foyer de chaleur aussi intense, et que la lumière de même pouvoir éclairant est de qualité bien meilleure.

3° Il est plus économique que l'éclairage au gaz de houille brûlant dans des becs papillons. Ce cas est général dans les petites villes ou dans les gares. Avec de l'acétylène à 1,80 *f* le mètre cube, la carcel-heure revient *à moitié moins cher* qu'avec du gaz de houille à 0,20 *f* seulement le mètre cube.

Il est plus coûteux que l'éclairage au gaz de houille avec becs Auer, mais nous allons montrer que l'augmentation de la dépense est moindre que celle qu'on affirme souvent, et qu'elle s'abaisse notablement en même temps que le prix de l'acétylène.

En comparant des becs Auer neufs et des becs à acétylène de *même pouvoir éclairant*, on a le nombre de fois que l'acétylène est plus cher. Le tableau suivant donne cette comparaison entre le bec Auer n° 1 et un bec à acétylène débitant 25 *l*, ayant tous deux un pouvoir éclairant de 3,5 carcels.

Prix en centimes de la carcel-heure Auer n° 1.		0,82	0,70	0,46
PRIX EN FRANCS DU MÈTRE CUBE d'acétylène	PRIX EN CENTIMES DE LA CARCEL-HEURE acétylène	NOMBRE DE FOIS QUE L'ACÉTYLÈNE EST PLUS CHER		
3 »	2,25	2,74	3,2	4,5
2,50	1,87	2,28	2,66	4
2 »	1,50	1,82	2,1	3,2
1,80	1,35	1,64	1,92	2,9

A pouvoir éclairant égal, l'acétylène coûterait donc au plus, selon son prix de revient, de 3 à 4,5 fois plus cher que le gaz de houille brûlé dans un bec Auer et valant 0,20 *f* le mètre cube.

Mais il y a lieu de remarquer que les dépenses admises pour la carcel-heure avec les becs Auer correspondent à des becs neufs, tandis que le débit de 7,5 *l* admis pour la carcel-heure acétylène correspond à des becs en fonctionnement régulier. On trouve, en effet, que la consommation moyenne, par carcel-heure, pour un bec à acétylène est de 7,25 *l* quand il est neuf et de 7,75 *l* quand il est usagé. Il est donc juste de comparer les deux becs en fonctionnement régulier. Or on remarque qu'au bout d'un certain temps d'usage les becs Auer perdent de leur rendement lumineux : il n'est pas exagéré de fixer cette perte à 20 ou 25 0/0. Par suite un bec n° 1, au lieu de donner 3,5 carcels, ne donnera plus que 2,6 à 2,8 carcels pour la même consommation horaire : la carcel-heure est alors donnée par 30 *l* au lieu de 23. Elle revient donc avec du gaz à 0,30 *f* le mètre cube à 0,009 *f* au lieu de 0,007 et avec du gaz à 0,20 *f* le mètre cube à 0,006 *f* au lieu de 0,0046.

L'acétylène à 1,80 *f* le mètre cube n'est donc plus dans le premier cas qu'une fois et demie plus cher et dans le deuxième cas que deux fois un quart.

Il y a, d'autre part, à tenir compte du bris des manchons et des verres qui est assez fréquent, surtout dans les endroits ex-

posés au vent et à la pluie, ainsi que de la différence des prix des becs.

Un bec Auer n° 1 coûte 10 *f*, tandis qu'un bec à acétylène ne coûte que 1,20 *f*.

On peut compter qu'il faut remplacer dans les appareils employés en plein air en moyenne par an quatre manchons et 10 verres.

4 manchons à 1,80 *f*	7,20 *f*
10 cheminées à 0,35	3,50
Soit	10,70 *f*

Pour un éclairage de 3 000 heures, le bec-heure sera donc grevé, de ce fait, d'un supplément de dépense de $\frac{10,7}{3\,000} = 0,0035$, soit 0,0035 *f*.

La dépense du *bec-heure* Auer n° 1 est ainsi en centimes de :

	Gaz à 0,30 *f*	Gaz à 0,20 *f*
82 *l* de gaz	2,46	1,64
Manchons et verres	0,35	0,35
Total	2,71	1,99

Le même pouvoir éclairant (2,6 carcels) est donné par un bec à acétylène de 20 *l* coûtant :

A raison de	2 *f*	le mètre cube	0,04 *f* le bec-heure
—	1,80	—	0,036 —

La supériorité du bec Auer sur le bec à acétylène n'est donc en réalité que de 1,33 avec le gaz à 0,30 *f* et de 1,8 avec du gaz à 0,20 *f*.

Mais cette supériorité disparaît, quand, au lieu de comparer l'éclairage au gaz ordinaire par incandescence avec l'éclairage à l'acétylène brûlant à l'air libre, on le compare à l'acétylène brûlant lui-même avec des manchons à incandescence. Ce point de vue est d'autant plus d'actualité que prochainement la difficulté de se procurer de petits manchons pour becs à acétylène aura disparu et que la libre concurrence abaissera le prix de ces manchons à un chiffre tout à fait minime.

Il est, en effet, démontré maintenant que l'acétylène brûlant dans un bec à incandescence donne la carcel non plus avec 7,5 *l*,

mais avec 3 *l* seulement à l'heure. Dans ces conditions on aura l'équivalent du bec Auer n° 1 neuf avec 11 *l* d'acétylène qui, avec le gaz à 1,80 *f* le mètre cube, amèneront le prix du bec-heure à 0,0198 *f*. On a donc, avec des manchons à incandescence, pour la même quantité de lumière, la même dépense avec de l'acétylène à 1,80 *f* le mètre cube qu'avec du gaz de houille ne coûtant que 0,20 *f*.

En résumé, nous avons montré, d'une part, que l'éclairage avec l'acétylène à 1,80 *f* le mètre cube coûte moitié moins cher qu'avec le gaz de houille à 0,20 *f* le mètre cube brûlant dans des becs papillons; d'autre part, que l'eclairage ***par incandescence*** coûte le même prix avec des becs à acétylène qu'avec des becs Auer. Nous pouvons donc conclure que l'éclairage à l'acétylène peut avantageusement lutter avec l'éclairage au moyen du gaz de houille, même ne coûtant que 0,20 *f* le mètre cube, aussi bien qu'avec le pétrole et avec l'éclairage électrique par lampes à incandescence.

Chauffage à l'acétylène.

Une des conséquences de l'éclairage à l'acétylène est le chauffage. Ce gaz, par son pouvoir calorifique, est éminemment propre à cet emploi. Il dégage, en effet, par mètre cube, 14 000 calories (13 697), tandis que le gaz de houille n'en dégage que 5 500 environ. Son pouvoir calorifique est donc 2,5 fois plus grand.

Le chauffage par l'acétylène est cependant plus coûteux que par le gaz de houille. Pour qu'il revienne au même prix, il faudrait qu'il coûtât :

$$0{,}30\,f \times 2{,}5 = 0{,}75\,f \text{ le mètre cube,}$$

c'est-à-dire qu'il fût 2,4 fois moins cher.

Pour réaliser un réchaud à acétylène, il est nécessaire que la flamme soit chauffante, soit bleue et non plus blanche et éclairante. Le bec Bunsen ordinaire doit donc être modifié en conséquence : pour avoir une combustion complète, il faut ajouter beaucoup plus d'air à l'acétylène qu'au gaz de houille qui contient moins de carbone. Mais il est à craindre



Fig. 18.

alors qu'on ne forme un mélange explosif pouvant provoquer un retour de flamme.

On construit maintenant des réchauds où cet inconvénient du retour de flamme n'existe pas. La figure 18 en montre un type présenté par la Compagnie Urbaine de l'Éclairage par l'acétylène.

On emploie également ce gaz pour les fers à souder avec ou sans soufflerie.

On l'a, paraît-il, utilisé pour la fusion à l'Hôtel des Monnaies de Berlin.

Application de l'acétylène à l'éclairage des voitures de chemins de fer.

Une des applications les plus intéressantes de l'acétylène, c'est l'éclairage des trains. Ce mode d'emploi, que nous avons vu essayé en Angleterre, est maintenant en usage courant sur les chemins de fer de l'État prussien, qui consomme, à cet effet, déjà près de 3 000 *t* de carbure par an.

L'acétylène est employé à l'état de mélange avec le gaz d'huile. Le gaz mixte est comprimé dans les mêmes réservoirs des voitures et ne présente pas plus de danger d'explosion que le gaz d'huile employé seul : il est brûlé dans les mêmes becs.

La figure 19 donne le plan de l'usine installée à cet effet à

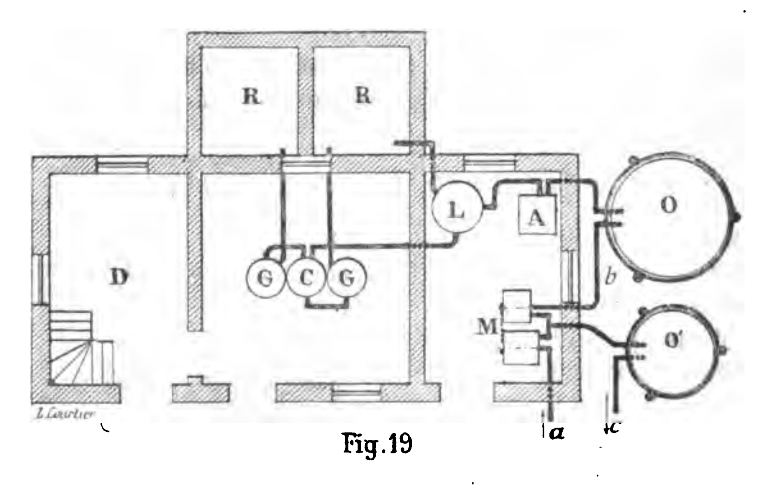


Fig. 19

Grunewald, à côté de l'usine à gaz d'huile. Elle se compose d'un magasin à carbure D, d'une salle où se trouvent deux générateurs d'acétylène GG et un condenseur C, dans lequel le gaz passe

à sa sortie des générateurs, d'une seconde salle dans laquelle se trouvent un laveur L, un compteur A d'acétylène et où se fait en M le mélange de l'acètylène et du gaz d'huile à raison de 25 0/0 d'acétylène pour 75 0/0 de gaz d'huile. Pour réaliser ces proportions, on interpose, sur les canalisations *a* et *b* d'amenée des deux gaz, deux compteurs M conjugués au moyen d'une chaine Gall qui actionne des roues d'engrenage de diamètres différents et fixées sur l'axe de rotation du volant à ailettes des compteurs. Les diamètres des deux roues sont dans le rapport déterminé par la proportion des deux gaz. Le mélange sortant des compteurs se rend dans le gazomètre O', d'où il est envoyé par le tube de départ *c* aux compresseurs. Les gazogènes sont calculés de manière à fournir chacun 180 m^3 en dix heures. Leur fonctionnement a été décrit plus haut.

Examinons quelle serait la dépense en appliquant un pareil mélange en France. Le carbure étant compté à 440 *f* la tonne, le mètre cube d'acétylène revient à 1,45 *f*, auquel il faut ajouter 0,35 *f* pour l'entretien et la main-d'œuvre, soit, en tout, 1,80 *f* le mètre cube. Le gaz d'huile coûte 0,65 *f* le mètre cube.

Un mètre cube du mélange à 25 0/0 d'acétylène et 75 0/0 de gaz riche coûte donc :

$$0{,}250 \times 1{,}80 + 0{,}750 \times 0{,}65 = 0{,}938 \ f.$$

L'éclairage des voitures se fait avec des becs à deux trous débitant 25 *l* à l'heure. Cette consommation est la même pour le gaz mixte que pour le gaz d'huile : mais le pouvoir éclairant de celui-ci n'est que de 0,6 carcel, tandis que celui du gaz mixte est de 1,8 carcel, soit trois fois plus grand.

En comptant pour l'entretien et l'amortissement des installations d'éclairage dans les voitures environ 0,355 *f* par mètre cube de gaz brûlé, les prix comparatifs sont les suivants :

Par bec-heure :

Gaz d'huile $(0{,}65 + 0{,}355)\ 0{,}025\ m^3 = 0{,}0251\ f.$
Gaz mixte $(0{,}938 + 0{,}355)\ 0{,}025\ m^3 = 0{,}0323\ f.$

Par carcel-heure :

Gaz d'huile $\dfrac{0{,}0251}{0{,}6} = 0{,}0420\ f.$

Gaz mixte $\dfrac{0{,}0323}{1{,}8} = 0{,}0173\ f.$

On réalise ainsi le même éclairement avec le gaz mixte qu'avec le gaz d'huile à un prix environ *moitié moindre.*

Le mélange de l'acétylène peut se faire avec d'autres gaz que le gaz d'huile. On pourrait également employer de l'azote, ou plutôt des gaz pauvres, ou encore du gaz ordinaire servant de diluant à l'acétylène. L'éclairage des trains à l'acétylène est donc pratique quand on emploie ce gaz à l'état de mélange. Dans les conditions indiquées plus haut, il n'est pas plus dangereux que le gaz d'huile.

Cet éclairage des trains pourra, sans doute, se réaliser également avec l'acétylène employé seul au moyen des procédés de la Société de l'Acétylène dissous que M. Vieille a montré être sans dangers.

Enfin, on peut encore utiliser l'acétylène pour l'enrichissement des gaz de gazogènes qui, par eux-mêmes, ne sont pas suffisamment éclairants. On a ainsi, dans une même usine, la force motrice et l'éclairage à des prix de revient modiques.

RÉSUMÉ

En résumé, l'acétylène est devenu maintenant un agent de lumière à la portée de tous, et dont les applications tendent à se développer de plus en plus; l'industrie du carbure de calcium est ainsi amenée à prendre une extension de jour en jour plus grande, dont est appelée à profiter à son tour l'industrie électrique.

Les statistiques montrent que la consommation du gaz ordinaire, du pétrole et de l'électricité augmente d'année en année par suite d'un besoin de lumière de plus en plus impérieux. L'acétylène, né d'hier, va, par ses qualités spéciales, prendre un rang éminent à côté de ses aînés sans les gêner dans leur développement, en vertu de cette loi économique que rappelait notre Président : la lumière appelle la lumière.

LES COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE

ET

OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

PAR

M. Paul JANET

Il peut paraître y avoir une certaine témérité à venir exposer, devant une assemblée d'Ingénieurs, quelques points des régions les plus nouvelles et les plus inexplorées de l'électricité. Tandis que vos travaux habituels ont pour objet l'étude des résultats les plus positifs et les mieux définis de notre industrie, tandis que vous ne vous permettriez pas de sacrifier quelque chose de cette rigueur qui fait la force de votre technique, voici que vous accueillez parmi vous des idées si nouvelles que non seulement elles n'ont encore que bien peu pénétré dans la pratique, mais que leur théorie même présente encore des lacunes considérables. Est-ce à dire qu'une étude de ce genre doive être considérée comme une pure récréation, une pure curiosité de l'esprit? Évidemment non. La richesse même des faits observés depuis quelques années dans le domaine des oscillations électriques nous montre qu'en dehors de l'intérêt scientifique qui s'attache à ces études, il est inévitable qu'un jour ou l'autre la pratique y trouve des ressources inattendues : la découverte de la télégraphie sans fil, qui formera la conclusion de cette conférence, en est la meilleure preuve.

On peut dire que l'origine des phénomènes si complexes que nous allons étudier se trouve dans la découverte, faite par Lord Kelvin vers 1850, de la décharge oscillatoire des condensateurs. Nous rappellerons qu'un condensateur est essentiellement formé de deux conducteurs ou armatures voisins, par exemple, deux plaques métalliques parallèles séparées par un intervalle isolant. Une forme bien connue du condensateur est la bouteille de

Leyde, forme bien vieillie aujourd'hui, et qui ne ressemble guère aux condensateurs industriels, mais qui nous rendra service dans ce qui va suivre. Nous pouvons assimiler les deux armatures d'un condensateur à deux vases A et B (*fig. 1*), contenant d'abord de l'eau au même niveau, en NN' et séparés par le robinet R.

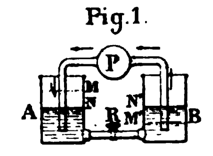


Fig. 1.

Une pompe P peut puiser de l'eau d'un côté et la rejeter de l'autre, de manière à produire une dénivellation MM'. Cette opération est l'analogue de la charge d'un condensateur; la pompe P joue exactement le même rôle qu'une machine électrique qui établit une différence de potentiel ou une différence de niveau électrique entre les deux armatures d'un condensateur.

Pour décharger un condensateur, nous établissons une communication entre ses deux armatures; cette opération revient, en hydraulique, à ouvrir le robinet R : alors, l'égalité de niveau se rétablit; mais les caractères de ce rétablissement de l'équilibre peuvent être très différents, suivant la manière dont on établit la communication entre les deux vases : si on ne fait qu'entr'ouvrir le robinet R, de façon qu'un simple filet d'eau s'écoule de A en B, l'équilibre se rétablit lentement, et sans particularité notable. Mais si on ouvre largement le robinet R, et si le tube de communication est assez large, l'équilibre se rétablit par une série d'oscillations successives. Nous montrerons ces oscillations en projection au moyen d'un tube en U rempli de mercure (*fig. 2*). Nous voyons donc ici en germe l'idée des oscillations électriques : de telles oscillations se produiront lorsque l'on déchargera un condensateur brusquement, c'est-à-dire avec un conducteur gros et court.

Fig. 2.

La comparaison précédente d'un condensateur avec deux vases pouvant communiquer ensemble n'est pas suffisante et ne représente pas encore exactement la réalité; elle ne tient pas compte, en effet, du rôle actif joué par la lame isolante dans un condensateur; pendant de longues années, on a considéré les isolants comme jouant, dans l'électricité, un rôle purement passif; c'étaient, pensait-on, simplement des substances qui s'opposaient au passage de l'électricité, et rien de plus; or la plupart des découvertes modernes, et en particulier celle des oscillations électriques a montré qu'au contraire les isolants jouent un rôle capital dans ces phénomènes, en sorte qu'à mesure que la rapi-

dité de ces oscillations s'accroît, l'importance des conducteurs s'efface peu à peu, tandis que celle des isolants augmente, si bien que pour des oscillations suffisamment rapides, nous pourrons laisser de côté les conducteurs surannés employés pour la transmission de nos signaux télégraphiques ordinaires, et nous fier, pour la transmission de ces oscillations, aux milieux isolants qui nous entourent: nous voyons apparaître ici, bien dans le lointain encore, le but que nous poursuivons, à savoir la télégraphie sans fil conducteur.

Il importe donc, tout d'abord, de mettre en évidence ce rôle actif des isolants dans les condensateurs, et pour cela, nous établirons encore une comparaison hydraulique: c'est la meilleure voie que nous puissions suivre, ne voulant pas aborder ici la véritable théorie mathématique des phénomènes.

Nous assimilerons donc un condensateur à un corps de pompe (*fig.* 3) séparé en deux parties A et B par un piston P'. Ce piston P' est lui-même fixé à deux ressorts *r* et *r'*. Ces deux compartiments A et B représenteront les deux armatures d'un condensateur, et le piston P', avec ses deux ressorts *r* et *r'* représenteront la lame isolante de ce condensateur.

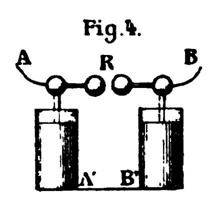
Fig. 3.

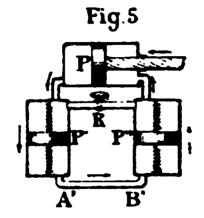
Pour charger ce condensateur hydraulique, nous le mettrons en communication avec une pompe P qui jouera encore le rôle de machine électrique: en appuyant sur le piston de cette pompe, nous ferons passer l'eau dans le sens des flèches, c'est-à-dire que le condensateur se chargera: l'un des ressorts *r'* se comprimera, l'autre s'allongera, en sorte que l'isolant, je veux dire le piston P', tendra à revenir en arrière, par suite d'une véritable réaction élastique.

Pour décharger le condensateur, nous mettrons en communication les deux compartiments A et B en ouvrant le robinet R, et l'équilibre se rétablira soit lentement, soit comme précédemment, par une série d'oscillations.

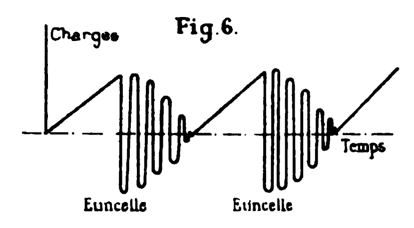
Ce nouveau mode de représentation a le grand avantage de montrer le rôle actif de l'isolant dans un condensateur: on voit que pendant cette charge, il y a déformation élastique de l'isolant, avec tendance au retour en arrière; un condensateur chargé possède de l'énergie potentielle au même titre qu'un ressort tendu: c'est cette énergie potentielle qui réapparaît dans la décharge, et qui peut prendre la forme oscillatoire.

Pour produire d'une manière commode ces oscillations électriques, nous emploierons la disposition indiquée *(fig. 4)*, et dont la figure 5 indique l'analogie hydraulique : deux condensateurs ont leurs armatures internes réunies aux deux pôles d'une machine A et B, et les armatures externes A' et B' réunies ensemble par un conducteur A' B', l'intervalle R joue le rôle d'un robinet isolant; au moment où la tension est suffisante, une étincelle jaillit en R : or, les gaz chauds étant conducteurs, cette étincelle établit une véritable communication conductrice entre les deux condensateurs qui se déchargent, et, pendant cette décharge, le conducteur A'B' peut être le siège d'une série d'oscillations très rapides; ce qu'il faut bien comprendre maintenant, c'est que c'est uniquement pendant le passage de l'étincelle que se produisent les oscillations : ce passage de l'étincelle est très court, il est vrai; mais les oscillations qui se produisent sont beaucoup plus courtes encore. de sorte que, pendant une étincelle, il se produit un grand nombre d'oscillations.





Si maintenant, au lieu d'une seule étincelle, on en fait jaillir une série en mettant d'une manière constante les deux armatures internes avec une machine, ou mieux une bobine d'induction, la même série de phénomènes se reproduit, et le conducteur A' B' est le siège d'une succession de courants oscillatoires. La courbe de la figure 6 indique nettement comment les choses se passent. Nous obtenons alors, dans le conducteur A'B', ce que nous appellerons un courant à haute fréquence.



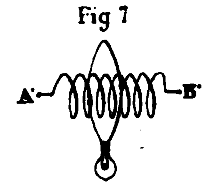
Quelle est la période des oscillations ainsi obtenues? il est bien difficile de le dire d'une manière générale; elle dépend en effet et de la capacité des condensateurs et de la forme du conducteur A' B' où les oscillations se produisent. Nous pouvons retenir qu'elle est d'autant plus courte que la capacité est plus petite; plus rigoureusement, elle est proportionnelle à la racine carrée de la capacité.

Il n'est pas difficile d'obtenir, dans des circonstances ordi-

naires, des oscillations dont la durée n'excède pas 1 centmillième de seconde.

Comment mettrons-nous ces oscillations en évidence? Nous nous adresserons aux phénomènes d'induction qui dans ce cas deviendront particulièrement intenses : lorsqu'un courant vient à varier dans un circuit, il produit, ou plutôt il *induit*, dans un circuit voisin un autre courant. Par exemple, si dans une bobine entourant un noyau de fer, nous faisons passer un courant périodiquement variable, nous *induirons*, dans une autre bobine fixée au milieu de la première, un courant qui nous permettra d'allumer une lampe ; c'est le principe des transformateurs modernes. Les effets d'induction sont d'autant plus intenses que les variations du courant inducteur sont plus rapides, nous devons donc nous attendre à ce que nos oscillations électriques produisent des effets inductifs extrêmement intenses ; c'est ce qui a lieu en effet : si nous faisons traverser par un courant à haute fréquence un solénoïde A′B′ comprenant seulement une dizaine de spires d'un gros fil de cuivre (*fig.* 7) et si, autour de ce solénoïde nous disposons une seule spire munie d'une lampe, cette lampe s'allume ; ainsi nous obtenons ici, avec quelques spires de fil seulement, et sans noyau de fer, les mêmes effets qu'avec un transformateur.

Fig 7



Ces phénomènes d'induction peuvent se manifester d'une autre manière : si, aux deux extrémités du solénoïde, on place en dérivation une lampe, le courant oscillatoire passera dans cette lampe, malgré sa résistance élevée, plutôt que de traverser le solénoïde : l'étude des courants alternatifs montre, en effet, que la résistance *apparente* d'une bobine, pour ces courants, est beaucoup plus grande que celle d'un conducteur rectiligne, et cette augmentation apparente de résistance est exagérée d'une manière tout à fait remarquable lorsqu'il s'agit non plus de courants alternatifs ordinaires, ayant au plus une fréquence de 50 ou de 100 périodes par seconde, mais d'oscillations comme celles que nous produisons ici, au nombre de 100 000 par seconde environ.

Ces courants à haute fréquence ont une propriété remarquable, qui a été découverte par M. d'Arsonval : ils sont inoffensifs, et n'agissent ni sur les nerfs sensitifs ni sur les nerfs moteurs. Nous le montrerons en allumant, à travers le corps, une lampe

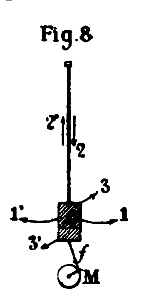
en dérivation sur les extrémités du solénoïde à haute fréquence.

Chaque fois que nous découvrons un nouveau phénomène ayant le caractère périodique, nous pouvons être assurés d'en découvrir toute une série d'autres en appliquant le principe très fécond de la résonance; ce principe, dans toute sa généralité, est le suivant :

Lorsqu'un système quelconque peut osciller librement, si l'on exerce sur ce système une action périodique ayant même période que la période d'oscillation naturelle du corps, même si cette action extérieure est très faible, les oscillations du système croissent de plus en plus, et croîtraient au delà de toute limite si des causes analogues au frottement ne les en empêchaient pas.

Ce principe a une multitude d'applications, même dans la vie journalière, et nous en donnerons l'exemple suivant :

Prenons un pendule élastique formé d'une masse de bois un peu lourde A (*fig. 8*) suspendue à un tube de caoutchouc : un tel système peut prendre trois mouvements périodiques distincts qui, dans le cas général, n'auront pas la même période : 1° un mouvement pendulaire ordinaire (flèches 1 et 1'); 2° un mouvement vertical de haut en bas et de bas en haut (flèches 2 et 2'); 3° un mouvement de balancement sur lui-même (flèches 3 et 3'). Soient T_1, T_2, T_3 les périodes de ces trois mouvements oscillatoires. Si nous faisons agir sur le système une impulsion périodique extérieure de période T_1, elle produira le mouvement 1; si elle a la période T_2, elle produira le mouvement 2; si elle a la période T_3, elle produira le mouvement 3. Ainsi la *même* cause produit trois effets différents, suivant la période de cette cause. Ces impulsions périodiques seront obtenues, par exemple, au moyen d'une petite manivelle M et d'un fil élastique *f* fixé d'une part à cette manivelle et de l'autre à la masse A (1).



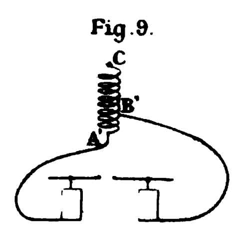
Nous pouvons maintenant appliquer ces considérations aux oscillations électriques : en généralisant ce qui précède, nous pouvons dire qu'un circuit électrique quelconque a une période d'oscillation qui lui est propre : si sur ce circuit nous en faisons agir un autre qui donne des oscillations de même période qui, nous pouvons le dire en termes exacts, soit accordé avec lui, des oscillations prendront naissance dans le premier et s'amplifie-

(1) Cette intéressante expérience est due à M. Ch.-Ed. Guillaume.

ront rapidement. L'un des deux circuits, celui qui agit sur l'autre, prendra le nom d'excitateur : l'autre pourra s'appeler résonateur.

Nous ferons l'expérience en produisant les oscillations dans une portion de solénoïde AB (*fig. 9*) et en utilisant comme résonateur le reste du même solénoïde (résonateur Oudin) : en faisant varier la position du point B sur le solénoïde, on arrive sans peine à accorder les deux instruments et à obtenir à la partie supérieure des tensions extrêmement élevées : ces hautes tensions se manifestent par une série de phénomènes bien connus aujourd'hui et que nous allons reproduire : effluves et aigrettes lumineuses s'échappant de la dernière spire du solénoïde, production d'ozone en abondance, innocuité des étincelles, etc. Si l'on met en relation avec l'extrémité supérieure du solénoïde un cercle métallique, entouré d'un autre cercle concentrique en communication avec le sol, on observe entre les deux une véritable nappe de feu. Un cordon souple, fixé à la partie supérieure du solénoïde, s'illumine et, agité, donne les apparences les plus variées. Enfin, dans tout le voisinage de l'appareil s'exercent des effets inductifs extrêmement intenses qui vont jusqu'à produire l'illumination de tubes à vide sans électrodes.

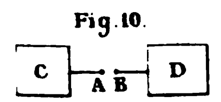
Fig. 9.



Les expériences précédentes viennent déjà de nous donner un exemple d'action à distance des oscillations électriques, c'est-à-dire, au moins en germe l'idée de la télégraphie sans fils. Pour augmenter la distance à laquelle vont porter ces signaux d'un nouveau genre, nous devons avant tout augmenter la fréquence des oscillations.

La marche à suivre pour cela est bien simple : il suffit de diminuer la capacité des corps entre lesquels l'étincelle jaillit ; au lieu de prendre deux conducteurs très grands et très rapprochés l'un de l'autre, nous prendrons deux conducteurs moins grands et ne présentant pas de parties en regard. Nous arrivons ainsi aux formes d'oscillateurs modernes : l'oscillateur de Hertz (*fig. 10*), au moins sous sa forme primitive, est formée de deux plaques métalliques C et D munies de deux boules A et B ; l'oscillateur Righi, dont nous ferons un fréquent usage dans ce qui va suivre, est formé simplement de deux sphères placées à une faible distance l'une de l'autre. Dans

Fig. 10.



ces deux cas, l'étincelle qui jaillit entre les deux conducteurs est oscillatoire. En réduisant suffisamment les sphères, en employant, par exemple, des petites sphères de platine de quelques millimètres de diamètre, on peut arriver à des fréquences de l'ordre du billion par seconde, c'est un nombre qui ne dit plus absolument rien à l'imagination.

Mais il facile de voir qu'en opérant ainsi, on réduit de plus en plus l'énergie de la décharge : en effet, l'énergie d'un condensateur, toutes choses égales d'ailleurs, est proportionnelle à sa capacité ; il y a donc un juste milieu à adopter, et dans les expériences qui vont suivre, nous n'avons pas intérêt à prendre des sphères trop petites.

Quoi qu'il en soit, dès que nous arrivons à ces fréquences de l'ordre du million par seconde, le phénomène prend un caractère absolument nouveau. L'isolant qui entoure le système oscillatoire entre en jeu, et ici, par isolant, j'entends non seulement l'air ou les corps analogues, mais encore le vide, ou du moins ce que nous appelons le vide, c'est-à-dire un espace privé de tout corps matériel.

Ce rôle de l'isolant est tellement important que nous devons maintenant l'exposer avec quelque détail. Nous avons vu que, sous l'influence des forces électriques, les isolants subissent une sorte de déformation élastique, d'autant plus grande que la force est plus grande, et qu'ils tendent à revenir en arrière, comme un ressort tendu, dès que la force cesse d'agir. Appliquons ces considérations aux oscillations très rapides; dans le voisinage immédiat du système oscillatoire, les forces électromotrices d'induction qui sont extraordinairement élevées dans le cas de ces oscillations très rapides, produisent une déformation du diélectrique ambiant; cette déformation, à son tour, produit une déformation des couches voisines, et ainsi de suite, en sorte que la perturbation électrique se propage sous la forme de ce qu'on appelle une onde ; à chaque oscillation correspond une onde, et la distance de deux ondes consécutives est ce qu'on appelle la longueur d'onde.

Quel est le milieu qui transmet ainsi les ondulations électriques? Ici nous entrons dans le domaine de l'hypothèse : mais n'est-il pas naturel d'admettre que ce milieu est le même que celui qui nous transmet la chaleur et la lumière du soleil, je veux dire l'éther des physiciens? et cette hypothèse est bien confirmée par le fait que la vitesse de propagation des ondulations

électriques est justement celle de la lumière, à savoir : 300 000 *km* par seconde.

Arrivés en ce point, — je passe ici en quelques minutes les intermédiaires qui ont coûté de longues années de recherches aux physiciens, — nous devons assimiler d'une manière complète ces trois ordres de phénomènes : ondulations électriques, chaleur, lumière, qui elles aussi sont des ondulations. La chaleur et la lumière sont deux notes d'une même gamme qui agissent sur deux de nos sens : l'une sur le sens de la vue, l'autre sur le sens du toucher; dans cette gamme, la lumière est une note aiguë, la chaleur est une note grave; mais cette gamme, qui comprend la lumière et la chaleur, comprend aussi d'autres notes encore plus graves, les ondulations électriques, qui n'agissent plus ni sur la vue, ni sur le toucher : elles sont invisibles comme la chaleur; elles sont froides comme la lumière : peut-être un jour naîtra-t-il un être vivant qui possédera un organe sensible à ces ondulations; jusqu'ici, cet organe n'existe pas.

Mais, de même que la photographie nous donne un moyen indirect d'enregistrer, indépendamment de l'œil, les vibrations lumineuses, de même il nous est possible de trouver, indépendamment de nos sens, certains révélateurs des ondulations électriques.

Dès maintenant, ces révélateurs sont fort nombreux, et récemment les journaux électriques ont pu compter jusqu'à 21 méthodes distinctes propres à l'étude de ces vibrations; nous n'en retiendrons que deux, la méthode du résonateur de Hertz, et la méthode des radioconducteurs de Branly.

En premier lieu, comme nous l'avons vu, les oscillations électriques peuvent produire, comme toute espèce de phénomènes périodiques, des phénomènes de résonance dans des circuits voisins convenablement accordés : dans le cas des oscillation très rapides, ces phénomènes de résonance peuvent s'observer à des distances assez grandes, plusieurs mètres par exemple; le résonateur de Hertz, résonateur dont on a souvent changé la forme, mais non le principe, se compose (*fig. 11*) de deux plaques conductrices rectangulaires, C et D, en communication respective avec une boule A et une pointe B; lorsque dans le voisinage, on produit des oscillations rapides, si le système CD est convenablement accordé, il résonne, et des étincelles, très petites il est vrai, mais visibles dans l'obscurité prennent naissance en AB.

Fig. 11.

C AB D

Un tel résonateur n'est pas extrêmement sensible, et cela se comprend aisément : une étincelle, quelque petite qu'elle soit, correspond encore à une quantité d'énergie assez notable : c'est l'énergie exigée par la volatilisation des parties métalliques entre lesquelles elle jaillit ; il est donc nécessaire, si nous voulons franchir des distances plus considérables, que nous ayons à notre disposition des révélateurs d'ondes plus sensibles que le précédent ; ces révélateurs, nous les trouverons dans les tubes à limailles de M. Branly, qui constituent des récepteurs d'une délicatesse tout à fait remarquable.

Le fait fondamental est le suivant : Si, dans un tube isolant, en verre ou en ivoire, par exemple, on tasse modérément une limaille métallique entre deux conducteurs ou électrodes métalliques, on obtient un système qui, probablement à cause des contacts imparfaits entre les milliers de grains de limaille qui le composent, présente une résistance électrique considérable : à travers cette résistance, une pile formée de quelques éléments usuels ne donnerait qu'un courant tout à fait insignifiant : si, sur un tel système, on fait tomber des ondes électriques produites dans le voisinage, brusquement sa résistance diminue dans des proportions extraordinaires, si bien que la même pile qui, tout à l'heure ne donnait rien à travers cette résistance, donne maintenant un courant très suffisamment intense pour produire un signal : un léger choc, frappé sur le tube, suffit d'ailleurs à remettre instantanément les choses dans l'état primitif.

Ces tubes à limaille possèdent donc la propriété d'être sensibles aux ondulations électriques, comme l'œil l'est aux ondulations lumineuses, comme le toucher l'est aux ondulations thermiques : c'est l'organe qui nous manquait et que nous cherchions : c'est un véritable *œil électrique*. Et qui sait si nos nerfs sensitifs ne sont pas eux-mêmes des chapelets de grains discontinus, de *neurones* comme on les a appelés qui, sous l'influence des excitations extérieures, acquièrent une conductibilité spéciale capable de transmettre ces excitations au cerveau : l'hypothèse est séduisante et hardie ; elle a été faite et je tenais à la signaler en passant.

Quelle que soit l'explication qu'on puisse donner du phénomène, sa sensibilité nous met évidemment en possession d'un moyen sûr de transmettre des signaux à distance sans intermédiaire visible : c'est le germe de la découverte de la télégraphie sans fil.

Ici, messieurs, je vous demanderai la permission d'ouvrir une

parenthèse : comme bien souvent dans l'histoire des sciences, les nombreux savants qui ont étudié les oscillations électriques de Hertz, les tubes à limaille de Branly et l'application de ceux-ci à celles-là, ont peu à peu amené la question à un point tel que la découverte de la télégraphie sans fil était virtuellement résolue le jour où, pour la première fois, avec les expériences retentissantes de Marconi, elle entra dans le domaine de la pratique : c'est vous dire que, ce jour-là, les revendications de priorité se produisirent un peu de tous les côtés ; je n'ai pas l'intention d'aborder ici le côté historique de la question, et de faire devant vous une revue minutieuse des noms et des dates ; de telles études, fort sérieuses, fort documentées ont déjà été publiées ; aussi bien, ce sont les faits qui nous intéressent ; d'ailleurs, notre étude sera singulièrement facilitée par la belle collection d'appareils que M. Ducretet a bien voulu vous présenter aujourd'hui, et dont il a étudié et perfectionné la construction avec le plus grand succès : je suis certain que vous voudrez joindre vos remerciements aux nôtres.

Ici, comme dans toute communication télégraphique, nous trouverons un transmetteur et un récepteur.

Le transmetteur se compose d'un oscillateur à boule, tel que

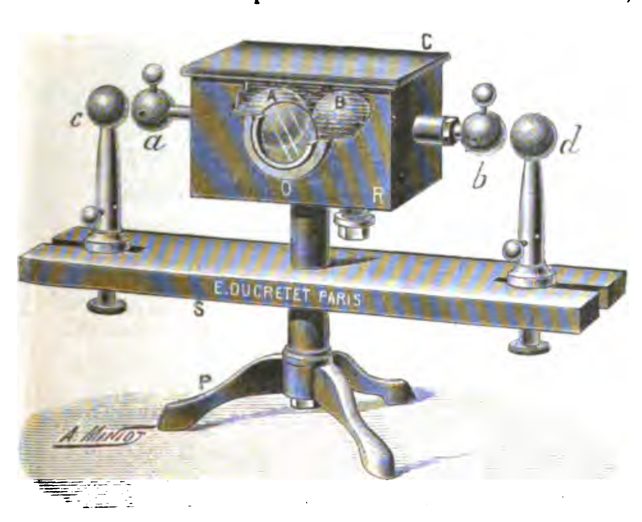


Fig. 12.

nous l'avons décrit *(fig. 12 et 13)*, nous savons que cet oscillateur donne naissance à des ondes rapides : le seul perfectionnement pour augmenter la portée de ces ondes est le suivant : un des pôles

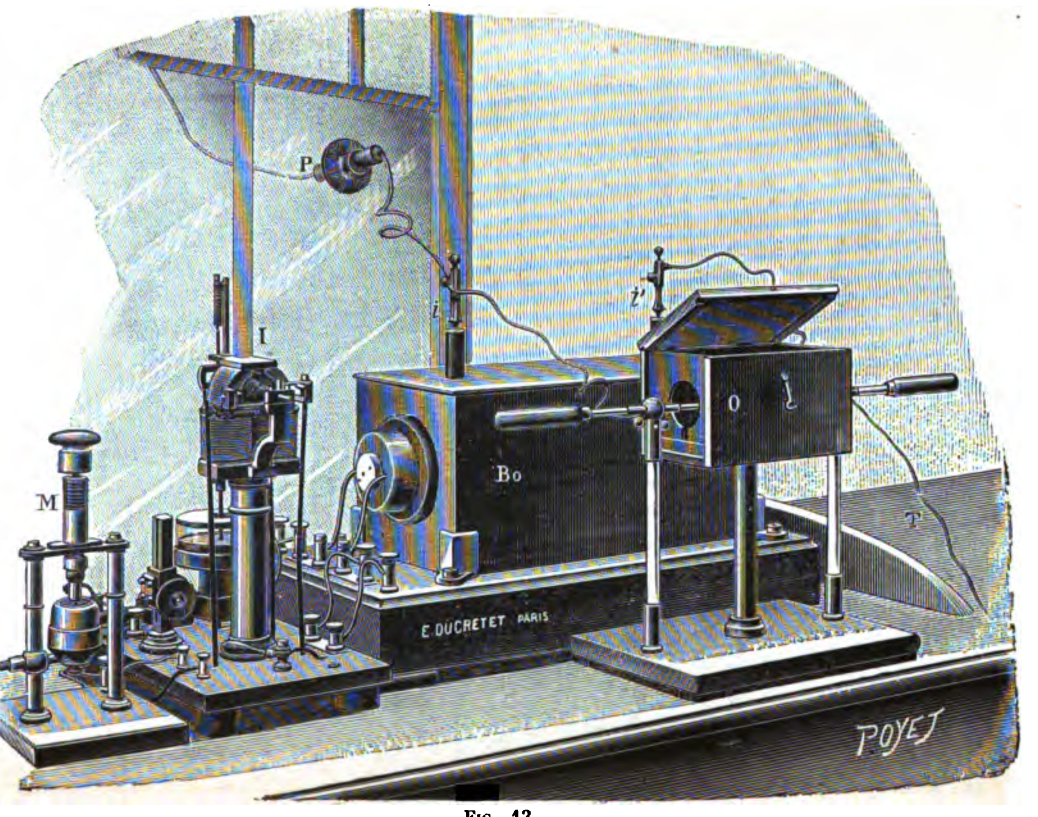


Fig. 13.

de l'oscillateur communique avec la terre T et l'autre P avec un long conducteur vertical isolé que nous appellerons le radiateur et qui, à l'étranger, porte le nom d'antenne. La hauteur du radiateur est très importante : plus on veut aller loin, plus il importe d'employer un radiateur élevé ; les mâts, les monuments élevés, voire même les cerfs-volants, sont tout indiqués pour supporter ce conducteur : ce n'est pas la première fois que nous voyons le cerf-volant jouer un rôle important en électricité.

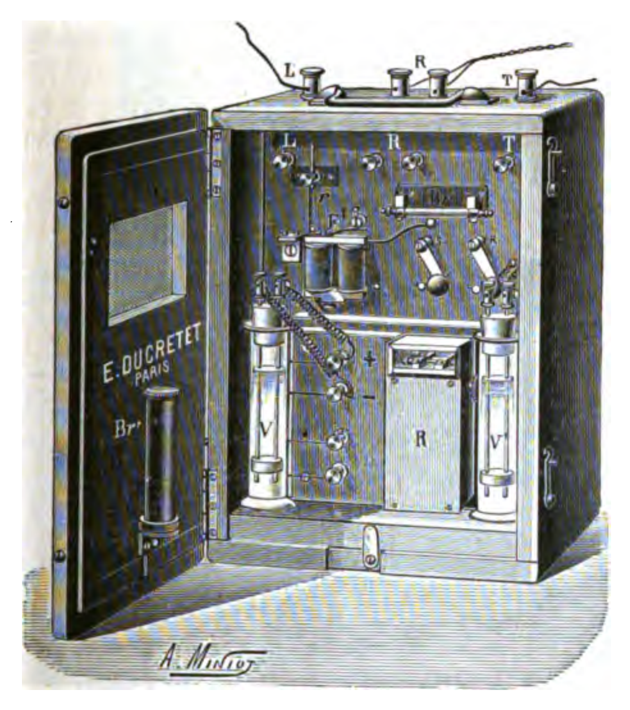


Fig. 14.

Le récepteur (*fig. 14 et 15*) se compose essentiellement d'un tube à limaille de Branly dont le circuit comprend une pile et un relais télégraphique très sensible : c'est simplement un électro-aimant muni d'une armature très légère qui est chargée à son tour de commander un télégraphe Morse ordinaire, mais il y a place pour de nombreux perfectionnements; d'abord, de même que pour les transmetteurs, la sensibilité de l'appareil augmente dans de larges limites, si on met un pôle du tube à limaille en communication avec la terre, et l'autre avec un conducteur vertical, élevé en l'air et que nous appellerons un collecteur. Ensuite, ce n'est pas le tout de recevoir un signal, il faut l'effacer ensuite

pour que le tube se trouve prêt à en recevoir un autre : un petit frappeur, mû automatiquement par le passage du courant, donne un léger coup sur le tube à limaille qui se trouve ainsi ramené à l'état primitif et prêt à recevoir un nouveau signal.

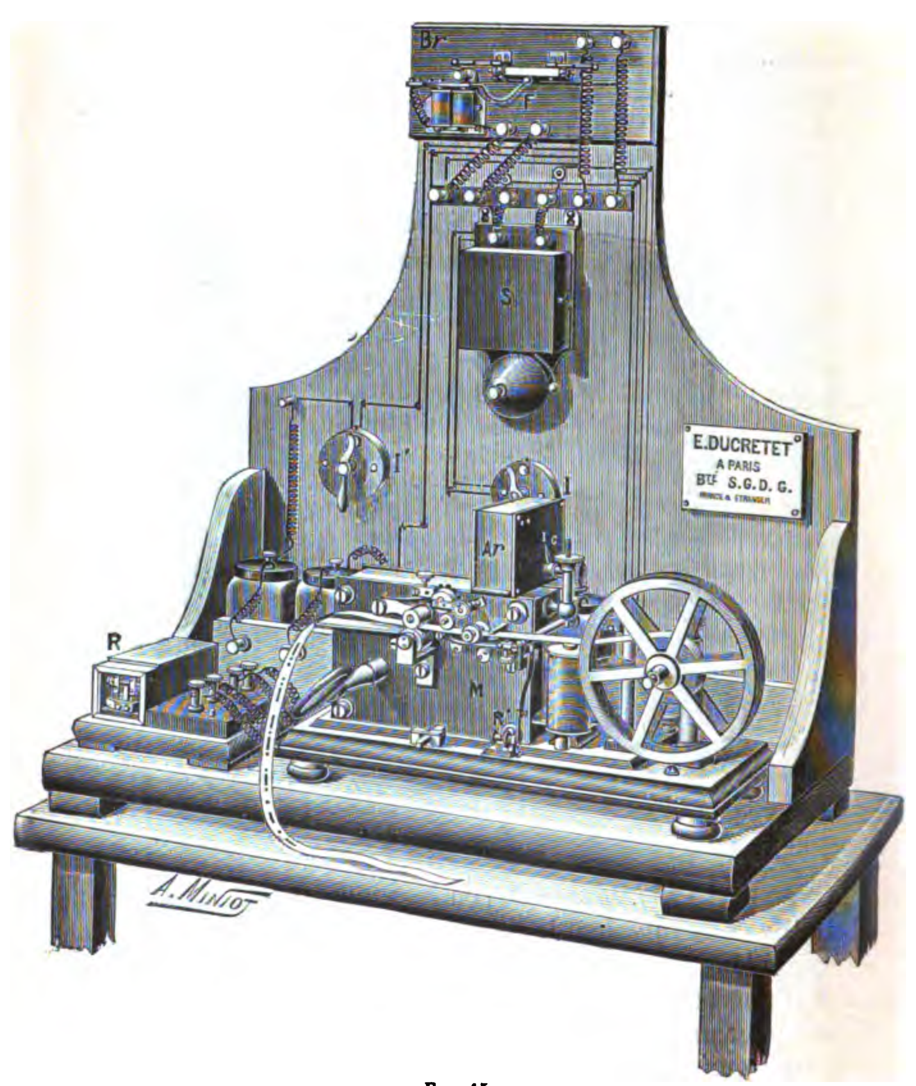


Fig. 15.

De plus, une difficulté inattendue se présente : le fonctionnement même de l'appareil entraine, à la rupture du courant qui traverse soit l'électro-aimant du relais, soit celui du télé-

graphe, de petites étincelles qui sont cependant suffisantes pour agir de nouveau sur le tube à limaille et produire un nouveau signal; en sorte que si on n'y remédiait, l'appareil fonctionnerait indéfiniment comme une sonnerie qui refuse de s'arrêter : depuis longtemps les électriciens ont étudié le problème de la suppression des étincelles de rupture : dans les appareils présentés par M. Ducretet, on évite ces étincelles en montant en dérivation sur chaque électro-aimant un voltamètre à électrodes d'aluminium VV.

Enfin, M. Ducretet a apporté un dernier perfectionnement aux appareils, c'est de les rendre absolument automatiques : l'arrivée de la première onde, grâce à un mécanisme facile à imaginer, déclenche le mouvement d'horlogerie qui fait avancer la bande de papier, et la dépêche s'imprime toute seule en signaux Morse ordinaires.

Avec ces appareils, on a pu communiquer à 4 *km*, entre la Tour Eiffel et le Panthéon, et il n'est pas douteux qu'on ne puisse aller plus loin : la plus grande distance franchie par les différents expérimentateurs qui s'occupent de la question a été jusqu'ici de 25 *km* environ.

Et maintenant quelles peuvent être les applications pratiques de la méthode ? Il est tout d'abord évident que, en aucun cas et pour bien longtemps, la télégraphie sans fil ne peut prétendre se substituer à la télégraphie ordinaire; mais nous avons le droit, dès maintenant, au moins de la comparer à la télégraphie optique : la portée de celle-ci est, il est vrai, plus grande : nous avons, soit en Algérie, soit dans les Alpes, des postes distants de 100 *km* qui correspondent parfaitement; mais la télégraphie électrique sans fil peut dans quelques cas particuliers, présenter un certain nombre d'avantages : d'abord, en temps de brouillard, lorsque les rayons lumineux sont arrêtés, les ondes électriques peuvent encore passer; de plus, alors qu'un obstacle naturel, une colline, une simple élévation de terrain, intercepte toute communication optique entre deux postes, les ondes électriques peuvent, jusqu'à un certain point contourner ces obstacles. Enfin la télégraphie électrique sans fil permet de faire un signal d'appel, et laisse une trace écrite, double avantage que ne possède pas la télégraphie optique.

Mais la télégraphie sans fil a un inconvénient qui saute immédiatement aux yeux : si des ondulations électriques sont transmises dans l'espace, n'importe quel récepteur pourra les saisir

au passage, et ainsi le secret des communications est impossible; bien plus, un récepteur étant sensible à tous les signaux, d'où qu'ils viennent, un second transmetteur, placé n'importe où, pourra troubler les signaux principaux au point de les rendre inintelligibles. Il y aurait deux moyens de remédier à ces inconvénients : ou bien savoir réaliser des faisceaux parallèles d'ondes électriques se propageant en ligne droite comme les faisceaux lumineux employés en télégraphie optique; ou savoir accorder le récepteur exactement à l'unisson avec le transmetteur, de façon qu'il ne fonctionne que sous l'action d'ondes d'une période bien déterminée, celles qui sont émises par le transmetteur. Je n'ai pas besoin de dire que l'étude de ces problèmes difficiles est à peine abordée.

De tout cela il résulte que nous sommes encore loin du jour où la télégraphie sans fil sera une des grandes applications de l'électricité : mais, dès maintenant, il y a là le germe d'une application, et c'est à ce titre qu'il y avait quelque intérêt à marquer nettement, à cette fin de siècle, l'étape parcourue et celle, plus grande peut-être, qui reste à franchir.

LE GAZOGÈNE AU BOIS " RICHÉ "

ET

SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

PAR

MM. F. MANAUT et L. ROMAN

CHAPITRE PREMIER

Historique.

Le gaz de bois n'est pas une nouveauté, c'est au contraire le premier gaz d'éclairage et de chauffage que l'on ait essayé de préparer industriellement.

C'est à un Français, Philippe Lebon, que l'on doit les premières recherches sur ce sujet. Dès 1791, il avait commencé ses essais de distillation sur la sciure de bois. En 1798 il avait fait breveter un premier appareil de fabrication connu alors sous le nom de Thermo-lampe; cet appareil distillait de la sciure de bois contenue dans un récipient; les gaz provenant de la distillation étaient brûlés sans aucune épuration préalable dans des lampes spéciales; la flamme obtenue était très éclairante mais très fuligineuse, et l'appareil s'encrassait très rapidement. Philippe Lebon continua ses expériences, et vers 1801 abandonna le bois pour distiller la houille.

En Angleterre, Murdoch, de son côté, étudiait depuis 1792 la fabrication d'un gaz d'éclairage par distillation de la houille, et son procédé avait été appliqué dès la fin du siècle dernier à l'éclairage des ateliers de Boulton, Watt and C°, à Soho, près Birmingham. En 1810, le gaz d'éclairage provenant de la distillation de la houille servait à l'éclairage public à Londres, et il était essayé à Paris de 1817 à 1820.

Le gaz de houille avait dès lors conquis droit de cité, aussi bien en France qu'en Angleterre, reléguant dans l'ombre son précurseur le gaz de bois. La raison de la préférence accordée à ce nouveau venu est simple : le gaz de houille était alors incontestablement d'une épuration plus simple et moins coûteuse

que le gaz de bois; sa supériorité semblait évidente et son succès fut énorme.

Cependant en 1869, M. Pettenkoffer, de Munich, reprenant les essais faits antérieurement, démontrait que les gaz provenant de la distillation du bois en vase clos, à très haute température, convenablement débarrassés des produits condensables et de la quantité considérable d'acide carbonique qui les accompagne, ont un pouvoir éclairant supérieur à celui du gaz de houille; à consommation égale, la quantité de lumière émise par le gaz de bois est supérieure de 1/5 à celle fournie par le gaz de houille. Le gaz de bois est donc essentiellement propre à l'éclairage, et actuellement encore c'est ce gaz qui est employé à l'exclusion de tous autres dans quelques localités de Suisse, d'Allemagne et du Canada (ville de Derouto).

Suffisamment épuré, ce gaz de bois renferme :

25 à 40 0/0 d'oxyde de carbone;
30 à 50 0/0 d'hydrogène;
37 à 44 0/0 de carbures d'hydrogène plus ou moins complexes.

Il a sur le gaz de houille l'avantage de ne point contenir de produits sulfurés. En outre, la distillation du bois est plus rapide et plus simple que celle de la houille. Enfin, à poids égal de matière première, le rendement en gaz du bois est supérieur au rendement en gaz de la houille : on considère en effet que 100 *kg* de houille ordinaire ne donnent généralement que 30 m^3 de gaz, tandis que 100 *kg* de bois donnent un minimum de 60 à 70^{m^3}. *A priori*, il semble donc que l'on aurait dû, depuis longtemps déjà, trouver avantage à pratiquer la distillation du bois de préférence à la distillation de la houille partout ou cette dernière, à poids égal, est plus chère que le bois. En réalité il n'en est pas ainsi, car l'épuration du gaz de bois par l'emploi de la chaux, seul procédé connu jusqu'à ces derniers temps, était à ce point onéreuse qu'elle ne laissait presque plus de bénéfice à ceux qui essayaient d'appliquer le gaz de bois à l'éclairage. Ce gaz contient en effet, nous l'avons vu, une proportion de 25 à 30 0/0 en volume d'acide carbonique qui nuit singulièrement à son pouvoir éclairant. Pour enlever cet acide carbonique, il ne faut pas compter moins de 1 *kg* de chaux vive par mètre cube de gaz fabriqué, ce qui, indépendamment du prix de la matière première, exige une main-d'œuvre particulièrement coûteuse.

On s'explique ainsi la défaveur que subissait le gaz de bois. Au surplus on ne distillait guère le bois en pratique, quand M. Riché a commencé ses expériences, en vue de la production simultanée de tous les produits utilisables.

Les appareils employés pour effectuer cette distillation *(fig. 1)* sont généralement de grands cylindres en tôle A disposés dans un massif de maçonnerie et chauffés extérieurement par la flamme d'un foyer F, qui circule autour des cylindres avant de

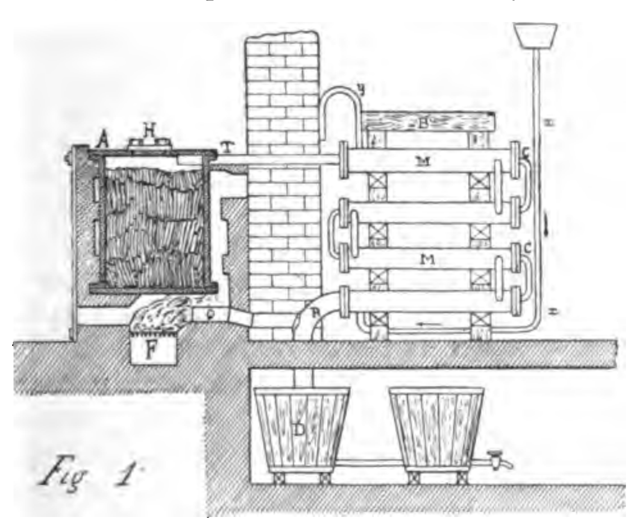


Fig 1

se rendre finalement à la cheminée. Un trou d'homme H sert au chargement des cylindres; un tuyau T placé à la partie supérieure de ceux-ci conduit les produits volatils dans un condenseur M qui sépare les gaz condensables. Quant aux gaz permanents qui ne constituent qu'un sous-produit sans grande valeur en raison de leur faible pouvoir éclairant dû à une proportion de 25 à 30 0/0 d'acide carbonique, ils sont généralement utilisés dans l'usine même et brûlés directement dans les foyers pour diminuer d'autant la consommation de combustible de chauffage.

Les divers produits obtenus par cette distillation du bois sont :

1° L'acide pyroligneux brut duquel on peut extraire l'acide acétique (mauvais goût, bon goût ou pur);

L'alcool méthylique CH^4O;
L'acétone $CO(CH^3)^2$;

2° Le charbon de bois, dont le poids représente généralement de 20 à 25 0/0 du bois distillé;

3° Le goudron, plus ou moins noir et visqueux selon les essences de bois distillés, et surtout suivant la température de la distillation ;

4° Les gaz incondensables (acide carbonique, oxyde de carbone, méthane, éthylène, etc.).

Nous n'avons pas à nous appesantir sur ces résultats.

En 1893-1894, la Société Riché, Decis et C[ie] distillait ainsi, à Lisors, environ 2 000 *kg* de bois par jour en vue de la production de la créosote de hêtre qui, à cette époque, se vendait à un prix assez rémunérateur pour les usages pharmaceutiques.

M. Riché exploitait en outre un petit moulin à farine, mû hydrauliquement et situé à peu de distance de l'usine de distillation de bois. La force hydraulique qui actionnait son moulin étant devenue insuffisante, M. Riché, frappé du peu de profit qu'il tirait des gaz incondensables produits par son usine à pyroligneux, eût l'idée de prélever une partie de ces gaz pour produire la force motrice qui lui manquait. Il installa dans ce but un moteur Matter de 8 *ch* et l'alimenta avec les gaz de l'usine de distillation. La force développée par le moteur fut, dès le début, peu considérable (à peine 3 *ch*), et pour essayer de l'augmenter, M. Riché dut recourir à l'épuration par la chaux qu'il produisait lui-même du reste sur place et à très bas prix pour la fabrication de l'acétate de chaux destiné à la préparation de l'acide acétique pur, ou de l'acétone, employé dans les poudreries ou pour la dénaturation des alcools. Il obtint ainsi de très bon gaz, mais tous comptes faits, la main-d'œuvre d'épuration pour le chargement des claies à chaux était telle que, comptant sans valeur le gaz et la chaux, la force motrice lui revenait plus cher que par l'emploi de la gazoline.

Il allait donc renoncer à ces essais quand il eut l'idée de fabriquer lui-même son gaz, uniquement en vue de ce gaz ; il fut ainsi conduit à inventer son appareil gazogène à distillation renversée.

CHAPITRE II

Description du gazogène.

Tel qu'il est construit actuellement, le gazogène au bois Riché se compose d'un fourneau en maçonnerie dans lequel des cornues en fonte sont disposées verticalement. Le nombre de ces

cornues varie avec la puissance de l'appareil, toutes les cornues étant toujours du même modèle. Suivant cette puissance du

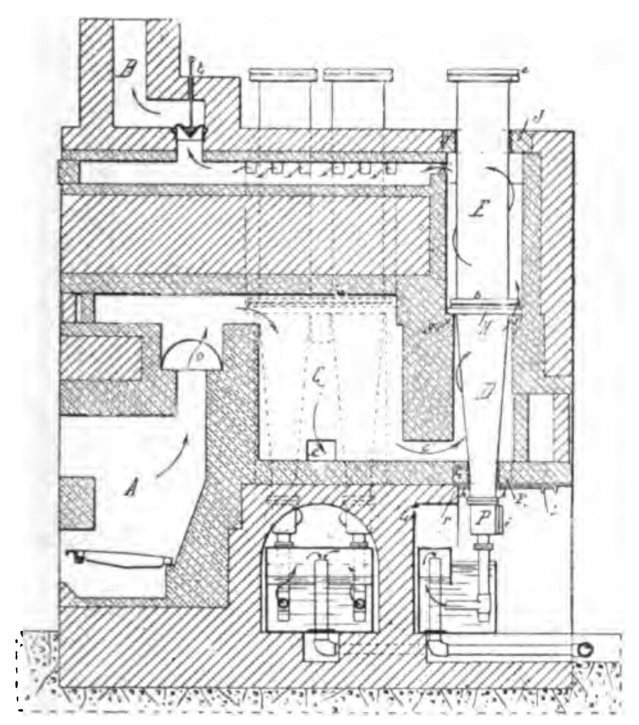


FIG. 2. — Coupe verticale du gazogène d'Ivry-la-Bataille (Eure) chauffé par deux foyers ordinaires.

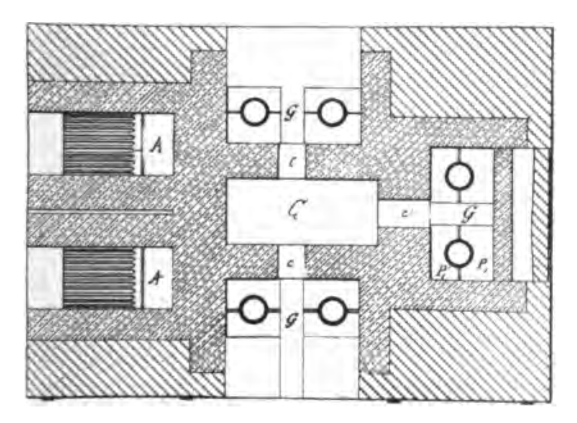


FIG. 3. — Coupe horizontale du gazogène d'Ivry-la-Bataille (Eure).

gazogène, les cornues sont chauffées extérieurement par un ou deux foyers *(fig. 2 et 3)* dans lesquels le charbon est chargé en

couche épaisse, et qui fonctionnent un peu comme de petits gazogènes Siemens. Dans les grands appareils, tels que celui installé à la Société Centrale des Émeris (*fig. 4, 5 et 6*), le foyer est

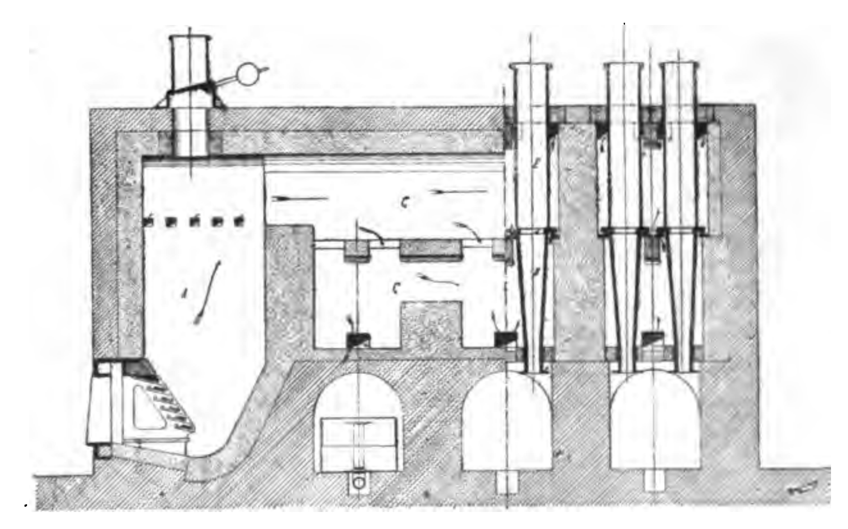


Fig. 4. — Coupe-verticale du gazogène de 100 mètres cubes (Compagnie centrale des Émeris et Produits à polir) chauffé par un gazogène.

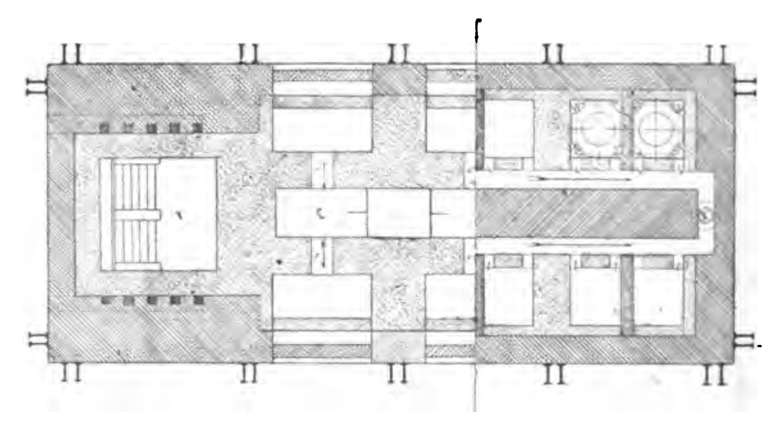


Fig. 5. — Coupe horizontale du gazogène de 100 mètres cubes.

un véritable gazogène Siemens. Les gaz provenant de ces foyers A sont brûlés à la partie supérieure du gazogène, puis se rendent dans une sorte de chambre C placée au centre du massif dans laquelle ils sont énergiquement brassés. La combustion s'y achève complètement, puis les gaz, dépouillés d'oxygène et ramenés à une température d'environ 1 000°, pénètrent, par une série de

carnaux *cc'* convenablement disposés, dans des gaines verticales en maçonnerie réfractaire, d'où ils s'échappent enfin pour passer à la cheminée B. C'est dans ces gaines que les cornues sont placées, soit seules, soit par paires.

Ces cornues sont en fonte d'environ 20 *mm* d'épaisseur. Elles sont formées de trois parties principales : la tête, le corps et le pied. La tête de la cornue E est cylindrique, elle a un diamètre

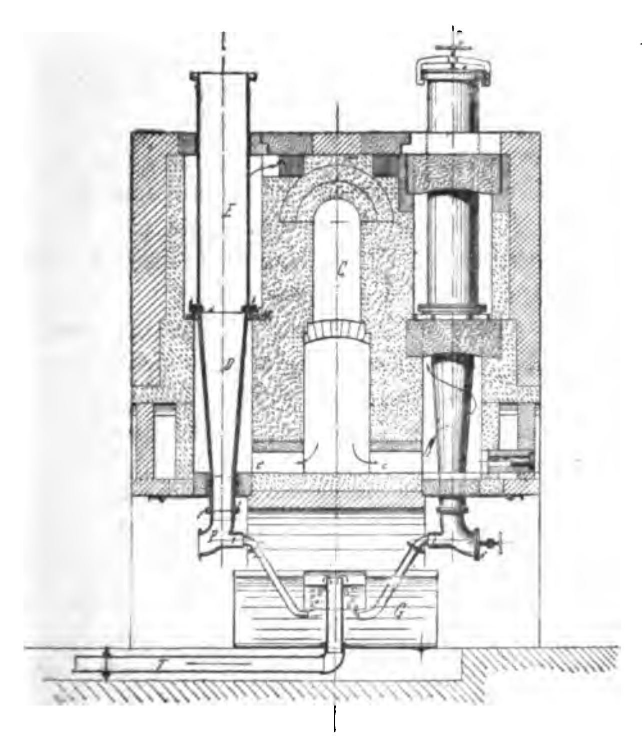


Fig. 6. — Coupe verticale du gazogène de 100 mètres cubes à l'heure.

intérieur de 0,300 *m* et une hauteur de 1,500 *m*. A la partie supérieure *(fig. 6)* elle porte une cannelure circulaire dans laquelle est engagé à poste fixe un cordon en amiante destiné à assurer l'étanchéité du joint entre la tête et le tampon *e*. Ce tampon est un simple disque en fonte muni de poignées et portant une saillie circulaire correspondant à la cannelure; la fermeture de la cornue est assurée par un étrier à vis *v* venant appuyer le tampon sur le joint d'amiante.

A sa partie inférieure, la tête de cornue E est terminée par une

bride *b* munie d'encoches pour recevoir des boulons; enfin, un prolongement circulaire *d* vient assurer l'emboîtement de la tête de la cornue sur le corps ou cornue proprement dite.

Cette partie D est tronconique; elle a 1,300 *m* de hauteur totale: à la partie supérieure, son diamètre est le même que celui de la tête de cornue, soit 0,300 *m*; à la partie inférieure, elle n'a que 0,120 *m* de diamètre. Cette conicité a été reconnue nécessaire, et nous verrons plus tard son utilité.

La partie supérieure du corps de cornue est munie d'une bride *b'* analogue à celle de la tête de cornue. Le joint entre ces deux pièces est assuré, non seulement par les brides *b* et *b'*, mais encore par le petit emboîtement *d* déjà décrit. Pour assurer l'étanchéité de ce joint qui doit résister à une haute température, on le garnit d'une pâte formée en mélangeant de la charpie d'amiante avec du silicate de soude. Cette pâte est introduite entre les deux brides où elle durcit rapidement; résistant à la chaleur, elle constitue un joint excellent.

La partie inférieure de la cornue se termine également par une bride *f* sur laquelle vient se placer la bride *f'* terminant le pied de la cornue à sa partie supérieure. Le joint ici est fait simplement en carton d'amiante, car il est relativement froid.

Dans les premiers appareils, le pied de cornue était une simple boîte circulaire en fonte, prolongée à sa partie inférieure par un tube conduisant au barillet les gaz provenant de la distillation. Une ouverture latérale, circulaire, fermée par un tampon luté à l'argile et maintenu par une vis à étrier, servait au déchargement du charbon de bois produit dans la cornue. Pour éviter la chute du charbon de bois dans le tube servant au dégagement du gaz, l'orifice de ce dernier était protégé par une grille inclinée percée de petits trous. Mais cette disposition laissait quand même passer des poussières qui, à la longue, obstruaient le tube de dégagement. Pour obvier à cet inconvénient, M. Riché construit maintenant les pieds de cornue P sous forme d'un tuyau coudé (*fig.* 7), rattaché par une bride *f'* au corps de la cornue et terminé à l'autre bout par une ouverture munie d'un tampon *e'* à étrier. Une tubulure latérale *t*, disposée horizontalement, sert au départ du gaz et, pour éviter complètement toute obstruction par les poussières, cette tubulure renferme une série de disques *g* montés sur un même axe et percés de trous. Les ouvertures ainsi ménagées laissent un passage suffisant aux gaz et empêchent l'entraînement des poussières. Il est, de plus, facile

d'enlever cette brochette de disques pour la débarrasser des poussières qui s'y rassemblent. Il n'y a donc plus d'obstruction à craindre.

Les cornues ainsi constituées sont placées verticalement dans les gaines de chauffage où elles sont maintenues de la manière suivante : une plaque de fonte H *(fig. 5 et 6)* est fixée dans la maçonnerie à peu près à mi-hauteur de la gaine; cette plaque est percée en son milieu d'une ouverture circulaire dans laquelle passe le corps de la cornue, qui vient ainsi reposer sur cette plaque par l'intermédiaire des brides *b* et *b'* formant le joint entre la tête et le corps de la cornue. Celle-ci étant ainsi fixée par sa partie médiane, la libre dilatation se trouve assurée. Pour permettre cette dilatation, la gaine est fermée à ses deux extré-

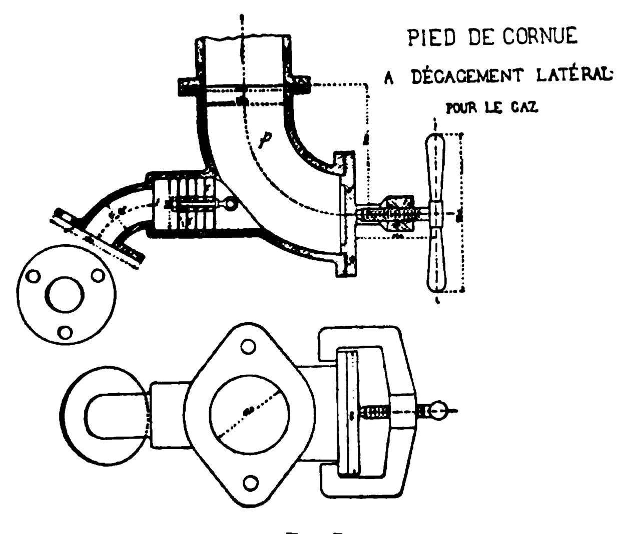


Fig. 7.

mités par une dalle réfractaire percée d'une ouverture circulaire dans laquelle peut glisser soit la tête de cornue, soit la partie inférieure du corps de la cornue, cylindrique dans ce but. Le jeu entre ces dalles et la cornue forme un joint annulaire que l'on bourre de fibres d'amiante. La plaque de repos H porte, en chacun de ses coins, une échancrure *j (fig. 5)* destinée à permettre le passage des gaz chauds qui, venant du foyer, pénètrent à la base de la gaine où ils chauffent le corps de la cornue, puis, gagnant la partie supérieure, chauffent la tête de cornue avant de passer à la cheminée.

Le système de suspension de la cornue dans l'intérieur de la gaîne permet de procéder très facilement au remplacement du corps de la cornue, seule partie susceptible de s'user. Cette opération s'effectue très facilement; il suffit de déboulonner le pied de la cornue, d'écarter les dalles réfractaires et, à l'aide d'un palan et d'un crochet venant prendre des oreilles disposées sur la tête de la cornue, on soulève celle-ci hors de la gaine. Lorsque le joint du milieu est sorti de la maçonnerie, on le fait reposer sur deux madriers, on fait sauter les boulons réunissant les deux brides, ce qui est facilité par la substitution des encoches aux trous habituels. On enlève alors la tête, on reprend avec le palan le corps tronconique de la cornue qu'on sort de la gaine, on le remplace par un neuf que l'on coiffe de l'ancienne tête et, après avoir refait le joint et boulonné, on redescend le tout dans la gaine. Il ne reste plus bu'à refaire les joints avec le pied de la cornue et entre les dalles réfractaires et la cornue. Cette opération, lorsque la cornue est refroidie, peut se faire en deux heures.

Des registres convenablement disposés dans les carnaux *cc'*, ainsi que dans les conduits de fumée mettant les gaines en communication avec la cheminée, permettent d'isoler complètement une quelconque des gaines. On peut donc laisser refroidir la ou les cornues contenues dans l'une des gaines sans cesser de chauffer les autres. Par conséquent l'appareil ne se trouve jamais complètement arrêté, ce qui est une garantie considérable de sécurité et de continuité de marche.

Les gaz produits par la distillation, dans chacune des cornues, s'échappent par la tubulure *t* du pied de cornue P. Ils se rendent au barillet G *(fig. 6)* formant ainsi joint hydraulique empêchant tout retour du gaz du gazomètre vers les cornues quand la distillation est achevée. Enfin, par une canalisation T convenablement disposée, les gaz passent du barillet dans le gazomètre où ils sont emmagasinés en attendant d'être utilisés.

CHAPITRE III

Fonctionnement du gazogène.

Le fonctionnement du gazogène est aussi simple que sa construction. Avant la mise en feu, chaque cornue est remplie de charbon de bois jusqu'à la hauteur du joint médian formé par

les brides *b* et *b'*. Quand les cornues sont arrivées à la température rouge clair nécessaire pour une bonne marche, l'ouvrier enlève le tampon *e* qui ferme la tête de cornue et charge dans la partie cylindrique, au-dessus du charbon de bois, environ 10 *kg* de bois. Il replace le tampon et assure l'étanchéité du joint en serrant très légèrement à l'aide de la vis à étrier. Sous l'influence de la chaleur, le bois se décompose et distille ; les gaz, ne trouvant aucun orifice à la partie supérieure de la cornue, sont obligés de redescendre et de filtrer sur la colonne de charbon de bois incandescent contenu dans le corps de la cornue. Ils arrivent ainsi dans le pied de cornue, s'échappent par la tubulure latérale pour venir se dégager bulle à bulle dans le barillet et de là, gagner directement le gazomètre. Au bout d'un temps variable avec l'essence du bois, son état physique, la température des cornues, la distillation est achevée ; l'ouvrier s'en aperçoit facilement au bruit très caractéristique du dégagement du gaz dans le barillet. Il reste dans la cornue un résidu de charbon de bois qui s'ajoute à celui qui s'y trouvait déjà. L'ouvrier chargé de la conduite de l'appareil enlève alors le tampon *e* de tête, tasse légèrement à l'aide d'un ringard le charbon de bois résidu, remet une nouvelle charge de bois, ferme le tampon et la distillation recommence.

La durée totale de cette opération avec un ouvrier habile (et cette habileté n'exige pas plus de quatre ou cinq jours d'apprentissage), est d'environ une minute à une minute et demie. La durée de la distillation, elle, peut varier de 40 minutes avec des bois menus secs et légers, à une heure avec des bois en gros morceaux ou imprégnés d'eau ou d'essence compacte.

Le charbon de bois, résidu de chacune des charges successives, emplit peu à peu la cornue ; il est donc nécessaire d'enlever l'excès de ce charbon de temps à autre. Cette opération se pratique, en général toutes les trois charges. Elle a lieu quand la distillation est achevée. Après avoir soulevé légèrement le tampon de tête, l'ouvrier enlève complètement le tampon placé sur le pied de cornue ; à l'aide d'une tige de fer légèrement recourbée il provoque la chute du charbon de bois qui est reçu dans un étouffoir où il s'éteint.

La précaution prise de soulever légèrement le tampon de tête a pour but de créer, dans l'intérieur de la cornue, un appel de bas en haut, de façon que les flammes qui sortiraient de la cornue lorsque l'ouvrier enlève le tampon de pied soient, au con-

traire, appelées dans la cornue; l'ouvrier évite ainsi les brûlures qui pourraient en résulter pour lui. Cet ouvrier est obligé d'aider la descente du charbon de bois; celui-ci, en effet, ne tombe pas tout seul, à cause de la conicité du corps de la cornue. Si ce corps était cylindrique, la chute du charbon se ferait d'elle-même, mais alors la cornue se viderait entièrement, ce qu'il importe d'éviter. C'est pourquoi la cornue a été faite conique et la conicité a été choisie telle que cette chute ne s'effectue pas seule et qu'il faut l'aider. Lorsque l'ouvrier a retiré une quantité suffisante de charbon, il remet en place le tampon de pied et procède à un nouveau chargement de la cornue. Cette opération que les ouvriers ont eux-mêmes baptisée débraisage, dure de trois à quatre minutes pour chaque cornue.

CHAPITRE IV

Puissance de production. — Nature des produits distillés.

Nous avons dit déjà que les cornues employées par M. Riché sont toutes du même modèle et que la puissance d'un gazogène dépend du nombre de cornues qu'il contient. Les dimensions de ce type de cornue résultent des nombreux essais faits par M. Riché et correspondent aux meilleures conditions de distillation et d'épuration des gaz. Pour se rendre compte de la puissance d'un gazogène, il est donc nécessaire et suffisant de connaître la puissance de production horaire d'une seule cornue. Les expériences faites par M. Riché d'une part, les résultats d'exploitations industrielles actuellement existantes d'autre part, montrent que cette production horaire varie de 7 à 10 m^3 par cornue suivant la nature et l'état physique du bois distillé et la température du gazogène.

On peut augmenter cette production en forçant la température des cornues et en choisissant le bois. Dans certains cas, M. Riché a pu obtenir ainsi, par cornue et par heure, un rendement de 12 et même de 15 m^3.

Par suite, un gazogène à 6 cornues, tel que celui installé à Ivry-la-Bataille, doit donner, en marche normale, de 45 à 50 m^3 et, en marche forcée, en distillant de la charbonnette de 5 à 6 *cm* de diamètre, ce gazogène fournira facilement, sans pousser la température, jusqu'à 60 m^3 à l'heure.

Le gazogène produit, en outre, comme résidu de la distillation, un charbon de bois très pur, parfaitement sec, ne contenant ni incuits ni fumerons, dont la valeur marchande dépend beaucoup de la qualité du bois employé à la distillation. Les qualités de ce charbon de bois permettent de l'employer dans un certain nombre d'usages industriels tels que, par exemple, la fabrication du sulfure de carbone. Le poids du charbon produit représente de 18 à 22 0/0 du poids du bois distillé.

Il est intéressant de voir comment marche la distillation, et les courbes ci-jointes (*fig. 8 et 9*) donnent des renseignements à ce sujet. Pour établir ces courbes, on a porté en abscisses les temps et en ordonnées les quantités de gaz produites par minute par une seule cornue, cette production étant mesurée par un compteur placé entre le gazogène et le gazomètre. Dans la figure 8, la

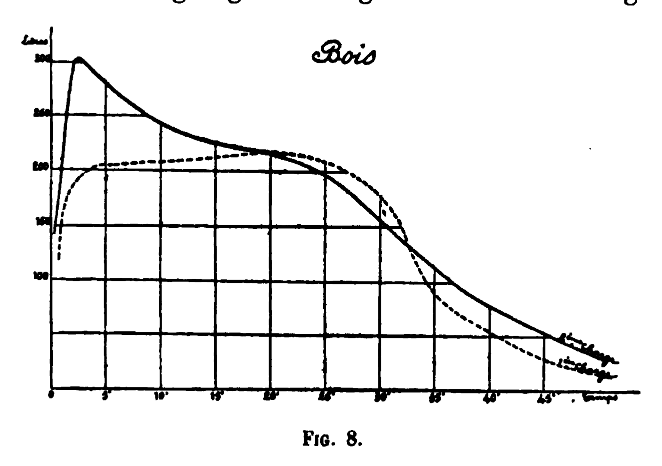


Fig. 8.

courbe *première charge* en éléments, représente la distillation d'une charge de bois en gros morceaux, le gazogène étant à température modérée. Cette courbe permet de constater que la production reste très sensiblement constante pendant la première demi-heure de la distillation. La courbe *deuxième charge* en trait plein représente la distillation d'une charge de bois menus dans une cornue à température élevée. Dans ces conditions, la production de gaz atteint immédiatement un maximum pour décroître ensuite d'une façon assez régulière, mais sans cependant que, pendant les 25 premières minutes, elle subisse une variation exagérée.

Dans la figure 9, la *première charge*, courbe en trait plein, représente une charge de bois ordinaire dans une cornue modéré-

ment chauffée. Dans la même cornue et dans les mêmes conditions, on a fait ensuite passer une charge de débris de noix de corozo. La distillation, dans ce cas, a donné immédiatement une très grande production de gaz, mais cette production décroît ensuite très rapidement, et la distillation peut être considérée

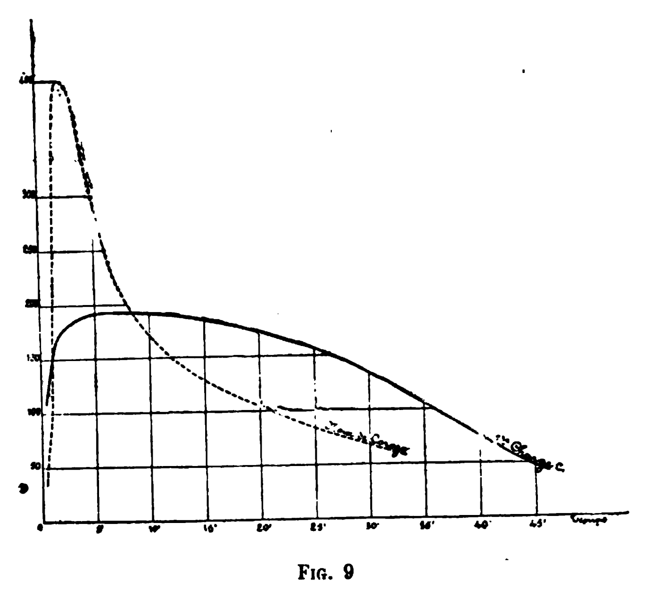


Fig. 9

comme achevée au bout de 35 minutes. Cette distillation si rapide provient de ce que la noix de corozo se présentait sous forme de morceaux de faible volume tels qu'on les trouve dans les fabriques de boutons; par suite, la distillation a commencé immédiatement en tous les points de la masse, s'est achevée très rapidement, mais a donné lieu à une production très rapide d'une grande quantité de gaz pendant quelques minutes.

Dans toutes ces courbes, nous voyons qu'on arrêtait la distillation avant que la production de gaz soit totalement achevée. Si on voulait, en effet, distiller jusqu'à épuisement complet, au lieu de durer 45 minutes, les expériences auraient duré au moins deux heures, et n'auraient rien appris de plus, puisque, industriellement, on peut considérer la distillation comme achevée lorsque la production de gaz ne dépasse pas 20 à 25 *l* par minute.

Le gazogène Riché à distillation renversée a surtout été étudié au point de vue de la distillation du bois, d'où le nom qu'il porte et sous lequel il commence à se répandre industriellement de « gazogène au bois ». On peut distiller dans les cornues toutes

espèces de bois, quels que soient d'ailleurs l'état ou la forme sous lesquels le bois se présente. Cependant, les meilleurs résultats ont été obtenus par la distillation de la charbonnette des essences ordinaires de nos forêts : chêne, charme, hêtre, châtaignier, etc. La charbonnette est précisément la partie la moins utilisable et, par suite, la moins coûteuse des déchets des exploitations forestières ; elle est constituée par les branchages de 4 à 7 *cm* de diamètre, trop gros pour entrer dans la constitution des fagots, trop faibles pour être vendus comme bois ordinaire de chauffage ; on peut donc se la procurer partout dans de bonnes conditions.

Mais on peut employer tous autres déchets de bois, et un certain nombre de gazogènes qui fonctionnent actuellement sont alimentés avec des déchets d'aubier provenant de scieries, avec du bois de démolition, avec des déchets d'ateliers de menuiserie ou d'ébénisterie, avec la tannée, avec des débris d'exploitation agricole, tels que sarments de vignes, feuilles, roseaux, résidus de vendanges.

Des essais ont été tentés et ont donné de bons résultats, pour alimenter les gazogènes avec des grignons d'olives, des écorces d'amandes, des écorces d'oranges, etc.

En résumé, on peut distiller dans les cornues du gazogène Riché toute espèce de détritus, végétaux ou animaux, susceptibles de donner, par décomposition pyrogénée, des gaz combustibles.

M. Riché a même construit des gazogènes qui fonctionnent par la distillation du pétrole brut. Enfin, un gazogène a même été construit dans le but de distiller les gadoues de Paris. Le gaz ainsi fabriqué a servi à faire des expériences de chauffage sur les petites chaudières Serpollet actionnant quelques-uns des tramways de la ville de Paris. Ces expériences avaient été faites dans le but d'intéresser la Compagnie générale des omnibus, et le programme de ces essais comportait la marche des chaudières à des allures extrêmement variables ; les résultats furent excellents et ces chaudières qui, chauffées au coke métallurgique, ne donnaient, dans les mêmes conditions, qu'un rendement d'environ 45 0/0, ont pu, grâce au chauffage au gaz, donner un rendement d'environ 70 0/0. L'expérience était donc concluante et toute en faveur du gaz Riché.

CHAPITRE V

Modification du procédé. — Gazogène à cornues jumelles.

Tel qu'il est établi actuellement et que nous venons de décrire, le gazogène Riché est surtout disposé pour la distillation

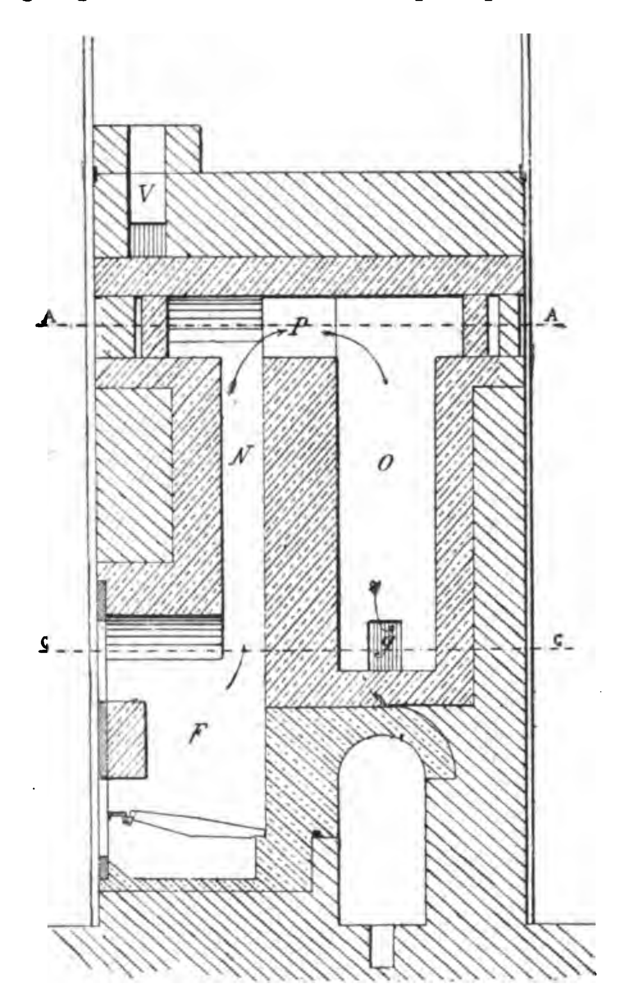


FIG. 10.

du bois, puisqu'il résulte des essais de son inventeur que les meilleurs résultats et les plus facilement obtenus proviennent

de l'emploi de cette matière. Mais dans le cas où l'on voudrait procéder à la distillation de résidus ne donnant pas de charbon de bois utilisable directement pour la réduction, on est conduit à employer le premier type de gazogène créé par M. Riché et dénommé « type à cornues jumelles ». C'est ce qui arrive, par

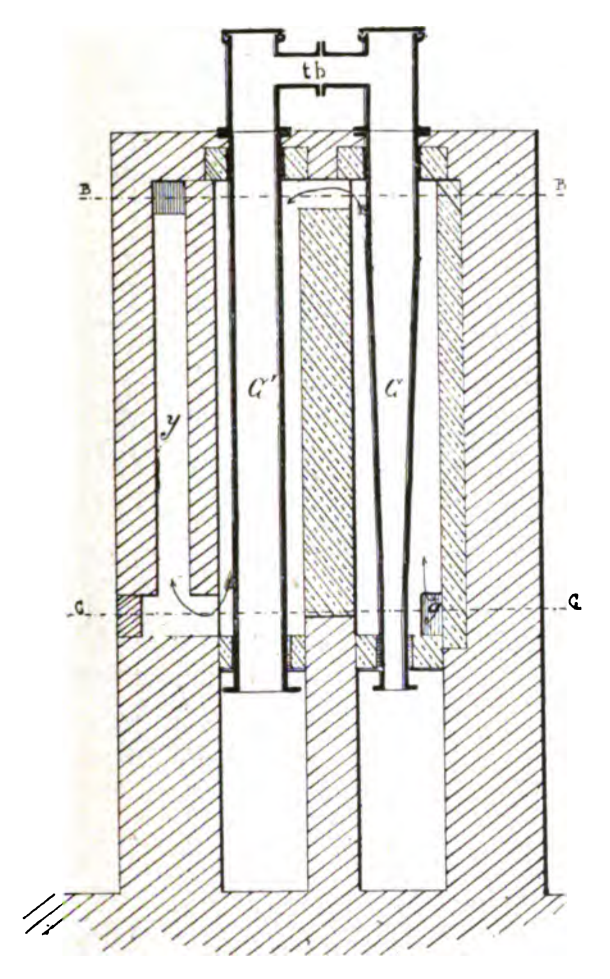


Fig. 11.

exemple, lorsqu'on veut distiller des gadoues, des rafles de grappes, etc. Dans ces conditions, le charbon de bois produit est de très mauvaise qualité ou se présente en très petits fragments qui, se tassant dans la partie inférieure de la cornue, empêcheraient le passage des gaz.

Le gazogène à cornues jumelles se compose d'une série d'éléments constitués chacun par deux cornues, l'une de ces cornues, tronconique, est nommée cornue de réduction ; on y charge le charbon de bois comme dans le corps de la cornue normale, et

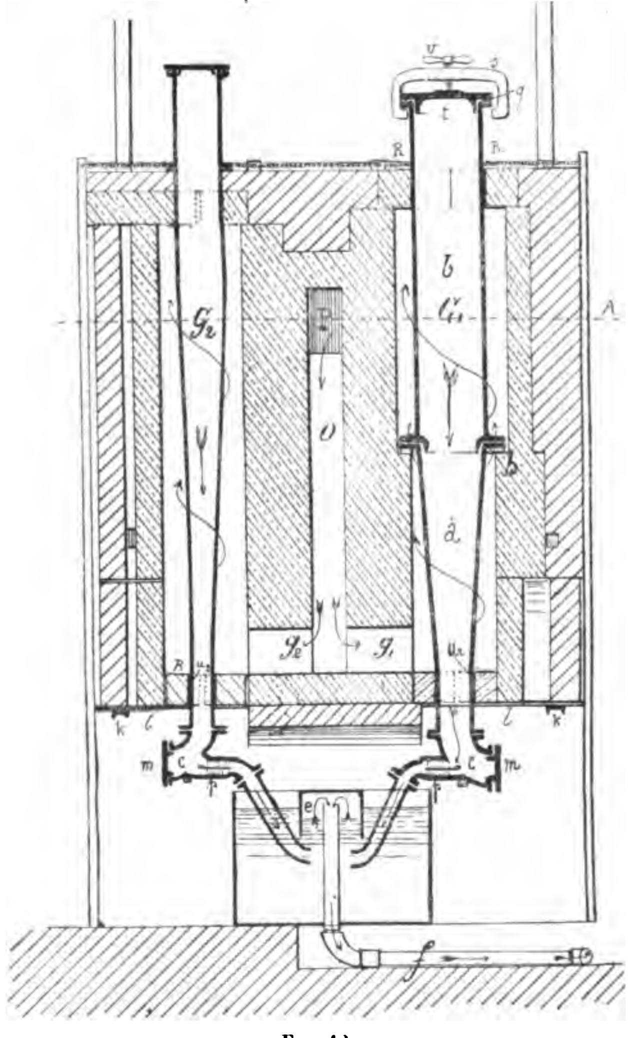


Fig. 12.

elle porte à sa partie inférieure un pied pour le dégagement du gaz ; l'autre cornue est cylindrique et reçoit les produits à distiller ; ces deux cornues sont réunies à la partie supérieure par une tubulure.

Sous l'influence de la chaleur, les gaz provenant de la décom-

position passent de la cornue cylindrique dans la cornue tronconique par cette tubulure supérieure ; ils traversent la cornue de réduction pour se dégager au bas de cette cornue par le pied spécial. Lorsque la distillation est achevée, on ouvre la cornue de distillation cylindrique, à sa partie inférieure. Tout le charbon résidu tombe dans un étouffoir et après avoir replacé le tampon inférieur on recharge la cornue. Le charbon ainsi recueilli est le plus souvent inutilisable à cause de ses qualités. Les gaz provenant de la distillation, en traversant la cornue de réduction, subissent, comme nous le verrons tout à l'heure, une série de décompositions qui ont pour résultat, d'une part, de cémenter ce

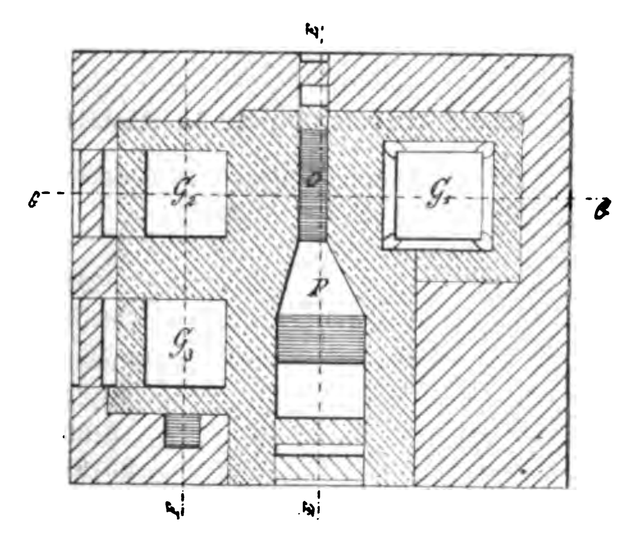


Fig. 13.

charbon très poreux par suite d'un dépôt de carbone naissant, d'autre part, de faire disparaître une partie du charbon. Au bout d'un certain temps de marche il convient donc de changer ce charbon et de le remplacer par du charbon de bois frais. Cette opération se fait assez facilement.

On peut, dans le gazogène à cornues jumelles, distiller du bois comme dans le gazogène ordinaire, mais ainsi que nous l'avons dit, il est surtout recommandé pour la distillation des détritus. Le gazogène qui a été installé aux ateliers des Batignolles de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest est un gazogène à cornues jumelles distillant les déchets de bois provenant des wagons en réparation, déchets le plus souvent recouverts de plusieurs

couches de peinture. Le gazogène installé à Souk-Ali près Boufarik et qui devait servir à toute une série d'essais concernant l'utilisation des déchets d'une exploitation agricole et vinicole, a été monté avec une cornue du type ordinaire et deux cornues jumelles. De cette façon on peut y passer aussi bien des bois que n'importe quels résidus; les résultats fournis par cet appareil sont excellents. Nous donnons dans les figures 10, 11, 12, 13 les plans et coupes de ce gazogène. La lettre G_1 désigne la cornue du type ordinaire; G_2 désigne la cornue de réduction et G_3 la cornue de distillation du couple de cornues jumelles; F est le foyer; O la chambre de combustion; *g* les carnaux des gaz de chauffage et V la cheminée.

CHAPITRE VI

Phénomènes chimiques de la distillation.

Le bois de chauffage nouvellement abattu, en temps de sève morte, a la composition moyenne suivante :

Eau hygrométrique	40
Cendres	0,65
Principes élémentaires	59,35

Ces principes élémentaires constitués eux-mêmes comme suit :

Carbone	29,51
Hydrogène	3,60
Oxygène	25,69
Azote	0,55
TOTAL	59,35

Par l'écorçage, la fente, le séchage soit à l'air libre, soit par les chaleurs perdues des fours ou foyers où il doit être employé, le bois perd plus ou moins facilement tout ou partie de l'eau hygroscopique. Il se transforme ainsi en un combustible se rapprochant du bois physiquement sec ou ligneux dont la composition élémentaire est en moyenne :

Carbone	50
Hydrogène	6
Oxygène	41
Azote	1
Cendres	2
TOTAL	100

Par suite si, dans une cornue chauffée au rouge par un foyer extérieur et dans laquelle l'air n'aura pas accès, nous chargeons une certaine quantité de bois de chauffage ordinaire, les phénomènes suivants vont se produire *(fig. 14)*.

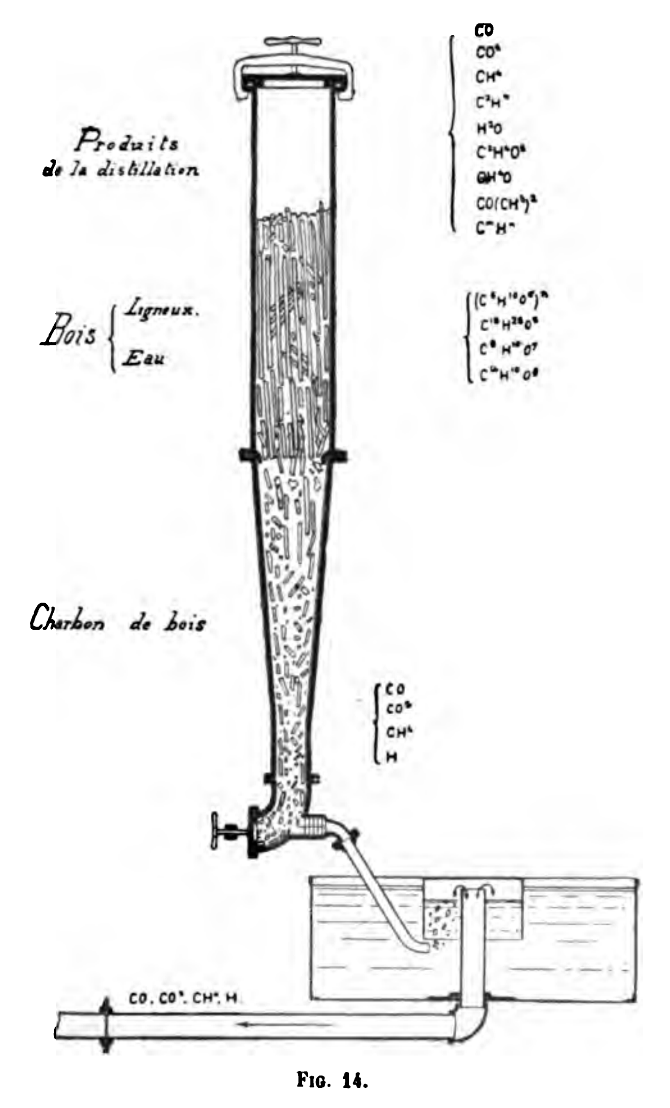


FIG. 14.

Tout d'abord l'eau hygrométrique se sépare par distillation et laisse un résidu de ligneux sec plus ou moins important qui va se décomposer.

Ce ligneux, dont nous avons donné ci-dessus la composition

élémentaire, est constitué par le tissu fibrovasculaire du bois formé de substances neutres telles que la cellulose et la paracellulose plus ou moins incrustées de vasculose ou duramen selon que le bois est d'essence plus ou moins dure ou qu'il s'agit de cœur ou d'aubier. En outre, on y trouve différents composés moins importants comme la cutose, les corps pectosiques, le tannin, etc. Sous l'influence de la chaleur, tous ces composés sont détruits : l'oxygène se porte à la fois sur l'hydrogène et sur le carbone pour donner naissance à toute une série de produits de décomposition qui peuvent se classer comme suit :

1° Produits condensables tels que

Vapeur d'eau.	H^2O
Acide acétique	$C^2H^4O^2$
Alcool méthylique.	CH^4O
Acétone	$CO\ (CH^3)^2$
Goudrons.	C^mH^n

etc., etc.

2° Gaz incondensables combustibles ou non, tels que

Acide carbonique	CO^2
Oxyde de carbone	CO
Méthane.	CH^4
Ethylène	C^2H^4
Hydrogène.	H

etc.

3° Un résidu charbonneux plus ou moins important.

La cornue de distillation étant complètement fermée à sa partie supérieure, les gaz, pour se dégager, sont obligés de traverser toute cette cornue de haut en bas, et par suite de filtrer sur la colonne de charbon de bois incandescent et poreux contenu dans le corps de la cornue. A mesure qu'ils descendent, les gaz et vapeurs provenant de la décomposition du bois sont donc soumis à l'action physique de la chaleur croissante et à l'action chimique du charbon de bois.

Sous cette double influence, ce mélange de vapeurs et de gaz va se modifier; chacun des constituants sera dissocié; l'oxygène passe entièrement à l'état de CO pendant que l'hydrogène se scinde en deux parties dont l'une reste libre, l'autre restant engagée dans une combinaison simple et stable avec le C sous forme de méthane CH^4.

Les goudrons eux-mêmes ne résistent pas à cette décomposition chimique et se transforment dans les mêmes conditions, quoiqu'à une température plus élevée, c'est-à-dire surtout à la partie inférieure de la cornue.

D'autre part, la vapeur d'eau et l'acide carbonique au contact du charbon passé au rouge se dissocient et se réduisent; il se forme d'un côté de l'oxyde de carbone, de l'autre du gaz à l'eau d'après les réactions suivantes :

$$CO^2 + C = 2CO$$
$$C + H^2O = CO + H^2$$

Si la température du gazogène est suffisante, cette réduction est très complète; au contraire, si la température de la cornue est insuffisante et la distillation trop rapide, la réaction est incomplète.

Il y a donc, en résumé, trois sources de gaz combustibles :

1° La distillation proprement dite.

2° La destruction pyrogénée des vapeurs condensables accompagnant cette distillation.

3° La production de gaz à l'eau par réduction de la vapeur d'eau provenant, soit de l'eau hygroscopique du bois, soit de son eau de constitution.

Le rendement total et la qualité des gaz dégagés sont d'autant meilleurs que la marche de l'appareil est plus chaude. Ce résultat est conforme aux observations faites par les fabricants d'acide pyroligneux et par les fabricants de coke métallurgique. Les premiers savent qu'ils obtiennent un rendement maximum en charbon et vapeurs condensables en marchant à aussi basse température que possible; les seconds savent que le coke est d'autant plus dur, à cause du dépôt de carbone naissant provenant de la décomposition des gaz, qu'ils marchent à une allure plus chaude. Il est vrai que dans ce cas les fabricants de coke métallurgique obtiennent, comme avec le gazogène Riché, des gaz légers bien épurés, mais ayant un faible pouvoir éclairant.

CHAPITRE VII

Gazéification complète.

Nous avons vu que la vapeur d'eau provenant de l'humidité du bois se dissociait pendant son passage sur le charbon de bois pour donner du gaz à l'eau. Or, cette production du gaz à l'eau consomme une partie du charbon de bois en le transformant en gaz. D'un autre côté, ce gaz a une puissance calorifique sensiblement égale à celle du gaz au bois Riché. Comme après la distillation d'une charge de bois il reste toujours dans la cornue une certaine quantité de charbon de bois résidu, M. Riché eut l'idée de se servir de ce charbon de bois résidu pour fabriquer du gaz à l'eau ; il suffit pour cela d'envoyer dans la cornue un supplément d'eau, soit à l'état liquide, soit à l'état de vapeur. Si cette quantité d'eau est suffisante, tout le charbon de bois résidu se trouvera transformé en gaz sous l'action de la vapeur d'eau et d'après la réaction $H^2O + C = H^2 + CO$.

Il en résulte immédiatement qu'il n'y a plus lieu de faire le débraisage et que le service du gazogène se trouve considérablement simplifié. De plus, la quantité de gaz obtenue par kilogramme de bois se trouve augmentée : par la distillation renversée chaque kilogramme de bois donne en effet **800** *l* de gaz, et par distillation et gazéification complète on en obtient **1 200** *l*.

Cette opération de la gazéification est donc un heureux perfectionnement du gazogène Riché, surtout lorsque le sous-produit de charbon de bois est d'un écoulement difficile ou peu rémunérateur.

Pour produire cette gazéification complète, M. Riché modifie son appareil, type à cornue ordinaire, de la façon suivante : la tête de la cornue porte une ouverture par laquelle débouche dans la cornue un tube-syphon analogue aux tubes de sûreté des appareils de chimie, par lequel on fait arriver un mince filet d'eau. Lorsque la charge du bois est faite dans la cornue, on fait arriver l'eau, de telle façon que le gaz à l'eau produit se mélange intimement avec le gaz provenant de la distillation du bois. Cette disposition a en outre l'avantage de servir de tube manométrique de sûreté pour limiter la pression des gaz à l'intérieur de la cornue, et éviter par suite les accidents pouvant résulter d'une augmentation de cette pression. D'après M. Riché du reste, cette pression peut sans inconvénient atteindre **40** *cm* d'eau.

On peut aussi, au lieu de faire entrer l'eau à l'état liquide dans la cornue, la faire pénétrer à l'état de vapeur. A cet effet, une petite chaudière placée dans les carnaux conduisant les gaz du foyer à la cheminée et chauffée par suite au moyen des chaleurs perdues du gazogène, produit la vapeur nécessaire qui doit être envoyée dans les cornues. Quelquefois même, on peut faire passer cette vapeur avant de l'introduire dans les cornues, dans un surchauffeur chauffé également par les chaleurs perdues du gazogène.

CHAPITRE VIII

Propriétés du gaz Riché.

Le gaz au bois Riché, tel qu'il est préparé à l'aide du gazogène à distillation renversée, a les propriétés suivantes :

Il a été analysé, le 4 novembre 1897, au cours d'essais faits chez M. Riché à Lisors, par M. Chavanon, Ingénieur-Chimiste aux Glaceries de Saint-Gobain ; le gaz était produit par un appareil à cornues jumelles fonctionnant à son allure maximum, c'est-à-dire donnant la plus grande quantité possible de gaz. L'analyse a donné les résultats suivants :

CO^2.	21,33
CO	22
CH^4.	12,47
H.	44,20
	100

La forte proportion d'acide carbonique contenue dans ce gaz provient de l'allure extra-rapide donnée à l'appareil ; les gaz restant trop peu longtemps au contact du charbon de bois incandescent contenu dans la partie inférieure de la cornue la réduction de cet acide carbonique a été incomplète.

M. Meunier, chef des travaux chimiques à l'École centrale, a fait tout récemment le dosage de l'acide carbonique sur des échantillons de gaz Riché prélevés sur la production du gazogène d'Ivry-la-Bataille, cet appareil étant en marche normale. Il n'a trouvé qu'une proportion de 5 0/0 d'acide carbonique.

Des différentes analyses faites par M. Chavanon, on a déduit la puissance calorifique du gaz Riché ; le calcul a donné 3028 calories au mètre cube. Les analyses faites depuis ont donné sensiblement les mêmes résultats. Comme dans certains cas la pro-

portion d'eau contenue dans le bois est assez considérable, il y a production d'une quantité plus ou moins grande de gaz à l'eau dont la puissance calorifique est de 2 884 calories. Par suite, la puissance calorifique du gaz Riché se maintient entre 2 900 et 3 000 calories. Il n'a pas été fait jusqu'ici de mesures directes de cette puissance calorifique.

Des essais ont été faits récemment par M. Meunier concernant l'inflammabilité et l'explosibilité du gaz Riché. Il s'est servi de l'éprouvette Le Chatelier et a opéré en provoquant l'inflammation du mélange à l'aide d'une allumette en ignition. Il a trouvé que l'inflammabilité ne se produisait pas dans un mélange contenant plus de 51 et moins de 12,75 de gaz pour 49 et 87,25 d'air. Enfin, le maximum d'explosibilité se produit pour le mélange contenant 32 de gaz pour 68 d'air.

Ces derniers renseignements sont intéressants, mais au point de vue des moteurs à gaz, il y a lieu de remarquer que l'inflammabilité ne dépend pas uniquement des proportions du mélange de gaz et d'air, il faut tenir compte aussi de la compression et du système d'allumage. C'est ainsi qu'un mélange contenant une très faible proportion de gaz peut être ininflammable à la pression atmosphérique, mais pourra s'enflammer lorsque la compression aura atteint une certaine valeur, et qu'en outre cette inflammation se produira beaucoup mieux par l'emploi d'une étincelle électrique très chaude que par l'emploi d'une flamme ou d'un corps incandescent.

Le poids du mètre cube de gaz, calculé d'après les résultats des analyses, est d'environ 820 *g;* ce poids diminue en même temps que la proportion d'acide carbonique et pourrait descendre jusqu'à 762 *g;* il semblerait donc intéressant de transformer tout l'acide carbonique en oxyde de carbone : la puissance calorifique du gaz augmenterait d'environ 540 calories au mètre cube, mais on serait obligé de donner à l'appareil une allure très lente et très chaude, ce qui serait de mauvaises conditions industrielles, et le bénéfice réalisé d'une part serait perdu d'un autre côté. En outre, la présence d'une certaine quantité d'acide carbonique dans le gaz destiné à l'alimentation d'un moteur semble, d'après les observations de M. Riché, produire l'effet d'un matelas qui amortirait les explosions trop brusques et assurerait par suite une marche très douce au moteur.

L'effet pyrométrique du gaz Riché déterminé par le calcul est considérable; la flamme a une température de 2 000°.

CHAPITRE IX

Applications du gaz Riché déjà réalisées à ce jour.

Le gaz Riché obtenu par la distillation renversée du bois dans les appareils que nous venons de décrire, se prête merveilleusement à différents usages industriels tels que le chauffage, l'éclairage, la production de la force motrice.

Nous avons vu que l'effet pyrométrique du gaz Riché était considérable, puisque sa flamme a une température d'environ 2 000°; il était tout naturel d'essayer d'utiliser cette propriété pour l'éclairage, en employant les manchons des becs à incandescence. Le résultat fut conforme aux prévisions et, avec un bec Oberlé n'ayant subi d'autre modification qu'une légère diminution de l'arrivée de l'air, M. Riché a pu obtenir, en consommant 200 *l* de gaz de bois par heure, une intensité lumineuse correspondant, d'après de nombreux essais photométriques, à 40 ou 50 bougies, soit environ 4 carcels. Mais dans le cas où on ne veut ou ne peut pas employer les manchons à incandescence, on peut réaliser l'éclairage à l'aide du gaz Riché dont la flamme est non éclairante, en carburant ce gaz. M. Brière, à Darnetal, a pu obtenir ainsi avec des becs papillon brûlant environ 150 à 160 *l* à l'heure, une intensité lumineuse de 15 à 20 bougies. M. Riché lui-même, dans son usine de Lisors, éclaire ses ateliers avec le gaz carburé par son passage au contact d'hydro-carbures légers.

Les essais de chauffage à l'aide du gaz Riché furent faits tout d'abord en utilisant les appareils de la Compagnie Parisienne du Gaz alimentés ordinairement au gaz de houille, c'est-à-dire des fourneaux de cuisine et des poêles de chauffage pour appartements. Le résultat ayant été satisfaisant, M. Riché essaya tous les autres appareils fonctionnant avec le gaz de houille, tels que chalumeaux, rampes à gaz, etc. Toutes ces expériences de laboratoire furent depuis confirmées par la pratique industrielle, et nous pouvons citer dès maintenant un grand nombre d'applications. C'est ainsi qu'à Lisors M. Riché alimente des forges à gaz, des fourneaux pour le réchauffage des pièces métalliques. Aux ateliers des Batignolles de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, un gazogène alimente les chalumeaux pour la soudure et le brasage dans les ateliers de lampisterie et de chaufferetterie. Chez M. Marchand, à Saint-Denis, le gaz Riché a servi à l'alimentation

de différents fours pour le travail du verre; il sert encore pour des machines à couper et à rebrûler le verre et pour l'alimentation de fours à recuire. A Mélizey (Haute-Saône), une filature de bourre de soie emploie le gaz Riché pour le gazage et le flambage des fils. Les essais de chauffage des petites chaudières Serpollet, faits pour la Compagnie des Omnibus à Paris, sont encore une application du chauffage par le gaz Riché; il est certain, dans ce cas, que les bons résultats obtenus proviennent de la facilité avec laquelle on peut régler l'intensité du foyer par la simple manœuvre des robinets d'arrivée de gaz et d'air.

D'un autre côté, M. Riché a encore, à Lisors, fait des essais concernant l'emploi du gaz de bois dans certaines opérations métallurgiques qui nécessitent, outre une température très élevée du foyer, des conditions toutes particulières au point de vue chimique de la flamme ou de l'atmosphère du four. Ces expériences sont actuellement en cours et permettront certainement d'établir la valeur du gaz Riché comme agent chimique.

De toutes les applications du gaz Riché, la plus importante est, sans contredit, celle de la force motrice. Cela se conçoit, du reste, puisque c'est principalement dans le but de réaliser cette application que M. Riché fut conduit à étudier et à construire son gazogène.

Les avantages du moteur à gaz sont maintenant indiscutés en tant que machines motrices; le seul reproche qu'on pouvait leur adresser était le prix de revient assez considérable du cheval-heure. L'invention du moteur Charon est venue tout d'abord, en diminuant la consommation du gaz par cheval et par heure, apporter un premier remède et permettre, dans la plupart des cas, aux moteurs à gaz de lutter avec les machines à vapeur, au moins pour les puissances modérées. Puis, l'invention des gaz pauvres, dont le prix de revient est très bas, a permis de réaliser des installations très importantes dans des conditions d'économie indiscutables. L'invention du gaz Riché qui vient prendre sa place à côté des gaz pauvres, apporte une nouvelle solution très économique à la question de production de force motrice.

Les premiers essais faits par M. Riché, dans son usine de Lisors, ont porté sur un certain nombre de moteurs de types différents. Ces essais ont surtout été continués sur le moteur à gaz Charon.

Le gaz de ville ayant une puissance calorifique, à Paris par exemple, d'environ 5250 calories au mètre cube et le gaz Riché

n'ayant qu'une puissance calorifique de 3 000 calories, il est de toute évidence que, pour produire la même puissance, on devra consommer plus de gaz Riché que de gaz de houille. Par suite, les moteurs à gaz devant marcher au gaz Riché devront être dis-

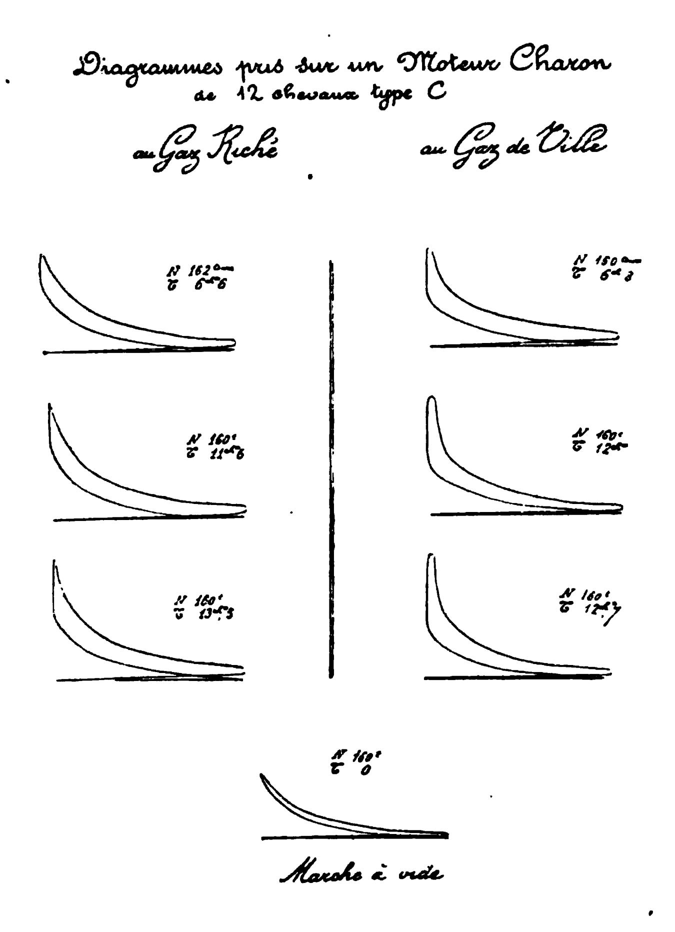


Fig. 15.

posés pour admettre, pendant le même temps, une quantité plus grande de ce gaz.

Les essais faits à Lisors, sur un moteur à gaz Charon de la puissance nominale de 12 *ch*, ont permis de constater que ce moteur consommait, par cheval et par heure, 807 *l* de gaz Riché. Ce résultat montre que la puissance calorifique d'un gaz n'est pas la seule cause intervenant dans la consommation; la qualité du

gaz, c'est-à-dire sa richesse en produits capables de donner avec l'air des mélanges gazeux détonants, intervient également. Au cours de ces mêmes essais, on constata également que le moteur alimenté au gaz Riché pouvait donner la même puissance que s'il était alimenté au gaz de ville : le moteur de 12 *ch* donna jusqu'à 13,95 *ch*. On sait qu'il n'en aurait pas été de même si le moteur eût été alimenté avec les gaz pauvres de puissance calorifique comprise entre 1 100 et 1 400 calories.

Nous donnons *(fig. 15)* différents diagrammes pris sur ce moteur essayé à Lisors, soit pendant la marche au gaz de ville, soit pendant la marche au gaz Riché.

Les expériences faites à Lisors par M. Riché demandaient la consécration industrielle ; les nombreuses installations fonctionnant à l'heure actuelle d'une manière tout à fait industrielle la leur apportent. La plupart de ces installations sont faites au point de vue de la force motrice et comportent trois parties principales : le gazogène, le gazomètre et le moteur, réunis par des canalisations.

Nous donnons les photographies des installations faites au domaine de Souk-Ali près Boufarik, à l'usine électrique « La Marguerite », à Ivry-la-Bataille et à la Scierie Française de Calais.

CHAPITRE X

Économie du nouveau procédé, son avenir.

Le gazogène Riché — et sur ce point nous sommes d'accord avec son inventeur — n'a pas la prétention de détrôner les autres modes de production de force motrice, et en particulier les autres gazogènes à gaz pauvre ; mais nous pensons qu'il peut prendre à côté de ces derniers et dans certains cas bien déterminés, une place très importante en raison même de l'économie qu'il permet de réaliser.

Il importe donc de connaître quel est le prix de revient du cheval-heure ou du mètre cube de gaz. Pour cela, afin de nous appuyer sur des documents absolument certains, nous ne croyons pouvoir mieux faire que de citer les conditions des contrats et des propositions faites par la Société Générale des Industries économiques.



Fig. 16. — Gazogène de Souk-Ali, près Boufarik.

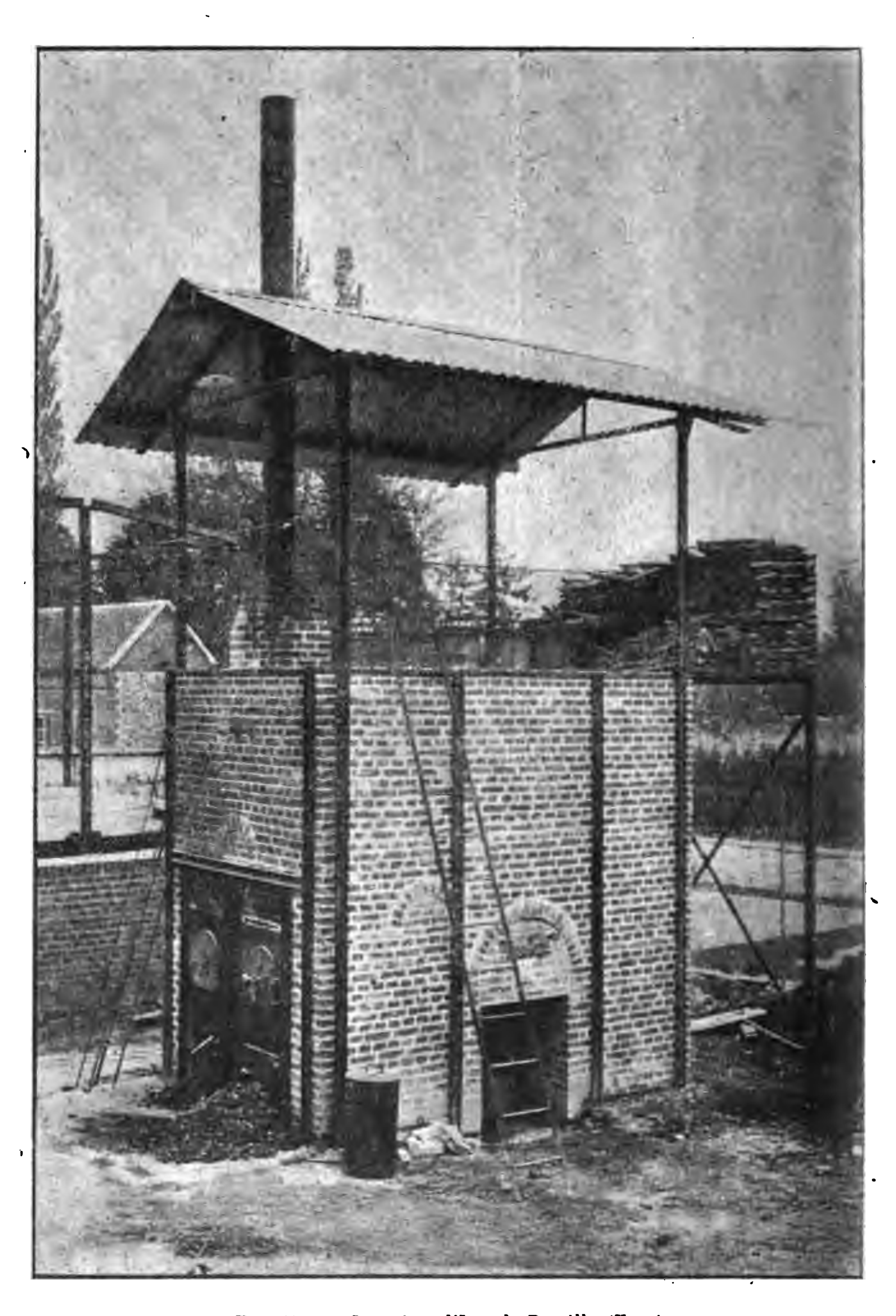


Fig. 17. — Gazogène d'Ivry-la-Bataille (Eure).



Fig. 18. — Gazogène de la Scierie Française de Calais.

Prenons d'abord un des cas les plus favorables, celui qui a trait à l'installation faite à la Scierie Française de Calais.

La Société Générale des Industries Économiques avait garanti aux Administrateurs de la scierie, MM. Nordin et C[ie], que le moteur de 50 *ch*, système « Charon », qu'elle devait installer et qui devait marcher vingt heures par jour, n'exigerait pas, comme consommation au gazogène, plus de 1400 *kg* de bois par jour et plus de 700 *kg* de houille. Le gazogène devait, en outre, produire environ 200 *kg* de charbon de bois par jour. Le bois distillé est constitué par les déchets de l'usine, dont la valeur est nulle, et pour l'enlèvement desquels on eût été obligé de payer. La houille brûlée dans le gazogène devait être du tout-venant industriel de Bruay dont le prix, rendu à pied d'œuvre dans l'usine, est de 14 *f* la tonne. Enfin, le charbon de bois se vend couramment à Calais 9 *f* les 100 *kg*.

Les essais faits à la Scierie française de Calais, à la fin de juillet 1898 ont montré que, pour produire 55,25 *ch* pendant 20 heures, le gazogène distillait 1362 *kg* de bois, brûlait 550 *kg* de houille pendant qu'il produisait 208,5 *kg* de charbon de bois. Par conséquent, la dépense correspond au prix de 550 *kg* de houille, soit $0{,}55 \times 14 = 7{,}70$ *f*, et, d'un autre côté, la revente du charbon de bois procure une recette de $2{,}085 \times 9 = 18{,}76$ *f*. Donc, la production de la force motrice doit procurer à la Scierie Française une recette quotidienne de 11,06 *f*, ce qui, pour une marche de chaque jour, représente au bout de l'année une recette ou un revenu de 4036,90 *f*.

On peut objecter que l'abondance du charbon de bois sur la place de Calais peut en faire baisser le prix et, si nous admettons que ce prix descende jusqu'à 5 *f* les 100 *kg*, la recette par jour n'est plus que de $10{,}42 - 7{,}70 = 2{,}72$ *f*, ce qui représente, au bout de l'année, 992,80 *f*.

Par conséquent, dans aucun cas, la force motrice n'est une source de dépense pour l'usine.

Mais il y a mieux. La Scierie Française ayant, d'une part, besoin d'augmenter la puissance motrice de son usine et, d'autre part, produisant une quantité de déchets de bois bien supérieure à celle consommée par le gazogène, a demandé à la Société Générale des Industries Économiques de lui établir un projet comportant une augmentation de puissance de 120 *ch* et le chauffage du gazogène à l'aide de déchets de bois.

La Société Générale des Industries Économiques, dans son projet,

a prévu l'installation d'un moteur Charon de 120 *ch*; par suite, la puissance développée par les deux moteurs sera de $120 + 50 = 170$ *ch*, soit, pour une marche de 20 heures, $170 \times 20 = 3\,400$ chevaux-heure. La consommation étant garantie, avec un moteur Charon, de 900 *l* de gaz par cheval et par heure, il faudra produire par jour $3\,400 \times 0{,}9 = 3\,060$ m^3. La consommation du bois pour la distillation à raison de 1,400 *kg* par mètre cube sera de $3060 \times 1{,}4 = 4\,284$ *kg*, et, en comptant le double pour la consommation du foyer pour le chauffage, la consommation totale de bois sera de 12,800 *t*, soit, approximativement, puisque la Société Générale des Industries Économiques a garanti que l'on pourrait passer un mélange contenant 1 de sciure pour 3 de bois, environ 3,200 *t* de sciure et 9,600 *t* de bois. Or, l'usine produit davantage. Par conséquent, il n'y aura pas de dépense à faire pour la production de la force motrice, et tout le charbon de bois recueilli représentera un bénéfice net. On peut compter environ 700 *kg* de charbon de bois par jour qui, estimé seulement à 5 *f* les 100 *kg*, représentent un bénéfice de 35 *f* par jour, soit, pour une année de 365 jours, 12 775 *f*. Mais il convient de remarquer, avant tout, que la Scierie Française de Calais se trouve dans des conditions tout à fait exceptionnelles qui ne peuvent se présenter partout.

Il importe donc d'indiquer quel serait le prix de revient normal dans les conditions ordinaires de la pratique. Nous trouvons un exemple intéressant dans les propositions faites par la Société Générale des Industries Économiques pour l'installation d'une force motrice de 180 *ch* dans une usine aux environs de Paris.

Dans ce projet, étant donné les conditions de marche, on doit produire par an 457 200 chevaux-heure. La Société a garanti que, pour la production de 1 000 m^3 de gaz, il faudra distiller 1 400 *kg* de charbonnette et brûler, dans les foyers, 550 *kg* de houille tout-venant industriel. Elle garantit, en outre, une production de charbon de bois sec représentant 18 0/0 du poids du bois distillé. La consommation des moteurs à gaz Charon proposés étant garantie de 900 *l* par cheval et par heure, le gazogène devra produire annuellement 411 480 m^3 de gaz Riché et, par suite, consommer 576 *t* de bois, 230 *t* de houille et donner 103 *t* de charbon de bois. D'après des marchés en cours, le bois vaudrait approximativement, rendu dans l'usine, 23 *f* la tonne au maximum, la houille 20 *f*, enfin le charbon de bois pourrait se revendre facilement 8 *f* les 100 *kg*; en admettant, pour ce dernier chiffre, seulement 6 *f*, les dépenses annuelles sont :

Pour le bois	13 048 *f*
Pour la houille	4 600
TOTAL.	17 648 *f*

A déduire :

Revente du charbon de bois. . . .	6 180
DÉPENSE ANNUELLE RÉELLE .	11 468 *f*

Comme la production annuelle est de 457 200 *ch*, le prix de revient du cheval-heure est :

$$\frac{11.468}{457.200} = 0{,}025\,f.$$

Ce prix de revient résulte des garanties formelles données pour l'installation et est, par conséquent, un maximum qui ne saurait être dépassé. Il était intéressant de le faire connaître, car la localité des environs de Paris où cette installation doit être faite n'est avantageusement placée ni au point de vue de la houille, ni au point de vue du bois.

Si nous voulons chercher le prix de revient du cheval-heure dans le cas où le charbon et le bois seraient bon marché, nous arriverons par exemple, en supposant le bois à 10 *f* la tonne, le charbon de terre à 15 *f* la tonne et le charbon de bois à 3 *f* les 100 *kg*, au prix de 0,013 *f* le cheval-heure.

Il est un autre calcul intéressant que nous pouvons faire. Supposons un moteur de 50 *ch* marchant 24 heures par jour et tous les jours de l'année; la production annuelle sera de 438 000 *ch* nécessitant 394 200 m^3 que l'on obtiendra par la distillation de 552 *t* de bois. Or, un hectare de forêt donne 90 stères de charbonnette pesant en moyenne 400 *kg* le stère après six mois de séchage, soit 36 *t* de bois. Par suite, il faudra 15 *ha* de forêt pour produire les 552 *t* de bois nécessaires annuellement. Si nous supposons une forêt dans laquelle les coupes aient lieu tous les 20 ans, il en résulte que la forêt nécessaire pour alimenter d'une façon continue le gazogène fournissant le gaz à un moteur de 50 *ch* marchant sans interruption, devra avoir une superficie de 300 *ha*, c'est-à-dire avoir 3 *km* de long sur 1 *km* de large.

Nous aurons en outre besoin de nous procurer 240 *t* de houille, et le gazogène produira annuellement 100 *t* de charbon de bois.

Si nous recommençons ce calcul en tenant compte du procédé de la gazéification complète, nous trouverons que la forêt ne devrait pas avoir une superficie supérieure à 180 *ha* et en admettant, comme c'est logique, que l'on distille les fagots et bourrées, la surface de la forêt descend à 100 ou 120 *ha*.

Enfin, nous pouvons encore considérer le cas où, le gazogène fonctionnant en gazéification complète, c'est-à-dire ne produisant pas de charbon de bois, sera chauffé avec du bois. Dans ces conditions, on pourra faire passer dans le gazogène, non seulement la charbonnette produite par la forêt, mais encore les bourrées, fagots, etc. Dans cette hypothèse, la consommation annuelle pour un moteur marchant 24 heures par jour et tous les jours serait de 328 *t* de bois pour la distillation et 1 182 *t* pour le chauffage. On trouve alors, étant donné le rendement des forêts, que la coupe pouvant produire cette quantité de bois doit avoir 23 *ha* et, en supposant que les coupes aient lieu tous les 20 ans, la forêt nécessaire pour alimenter d'une façon continue le moteur aurait 460 *ha* de superficie.

De tout ce qui précède nous pouvons tirer plusieurs conclusions.

La production de la force motrice par le gazogène au bois Riché est possible partout dans de bonnes conditions d'économie, mais surtout dans les pays où le bois est abondant. Le développement de ce nouveau procédé nous semble donc assuré dans toutes les contrées où il existe des bois ou des forêts et dans lesquels le charbon de terre a un prix trop élevé par suite de l'éloignement des mines de houille. En France, beaucoup de régions sont dans ce cas et particulièrement nos régions montagneuses et boisées dans lesquelles le transport du combustible houille atteint généralement un prix très élevé.

Mais c'est surtout dans nos colonies que le gazogène Riché devra voir se développer ses applications. Là en effet, pour peu qu'il s'agisse d'un établissement, d'une manufacture installée à quelque distance d'un port, il est impossible de songer à créer une force motrice employant la houille comme source d'énergie. Le prix de transport de ce combustible, la difficulté de renouveler les approvisionnements rendent son emploi à peu près impossible. Le gazogène Riché, au contraire, qui peut employer des débris végétaux recueillis sur place, fournit un moyen simple et pratique d'établir une force motrice à bon compte et dont la

dépense d'exploitation sera presque insignifiante. Les expériences faites à Boufarik l'automne dernier ont montré précisément quels avantages on peut retirer du nouvel appareil et quelles espérances on doit fonder sur lui.

Comme autre conclusion des chiffres précédemment établis, nous pouvons remarquer qu'à cause du faible prix de revient du cheval-heure à l'aide du gaz de bois Riché, ce nouveau mode de production de force motrice peut être mis en parallèle avec la machine à vapeur et avec les gazogènes au gaz pauvre. Partout où les gazogènes au gaz pauvre luttent avantageusement avec la machine à vapeur, le gazogène Riché pourra entrer dans la lutte concurremment avec eux, et cela sans que les conditions dans lesquelles on pourrait se procurer le bois nécessaire à la distillation soient particulièrement avantageuses. Si ces conditions sont réalisées, l'avantage passe au gazogène Riché qui sera toujours plus économique que la machine à vapeur.

Si nous comparons maintenant le gazogène Riché avec les gazogènes à gaz pauvres proprement dits c'est-à-dire donnant des gaz dont la puissance calorifique varie de 1 100 à 1 400 calories par mètre cube, nous voyons que l'avantage reste incontestablement au gazogène au bois système Riché.

Ce dernier appareil est en effet composé d'une série d'éléments fonctionnant parallèlement et disposés de telle façon que la mise hors de service de l'un de ces éléments n'entrave pas la marche des autres; le gaz produit sort de la cornue tout épuré et passe directement au gazomètre, sans avoir besoin de subir aucune épuration ni aucun lavage; ce gaz a en outre une puissance calorifique d'environ 3000 calories; les moteurs en consomment environ 1 m^3 par cheval et par heure seulement; enfin, pour l'alimentation du gazogène, le bois peut se trouver partout facilement et dans de bonnes conditions. Il n'en est pas de même des gazogènes à gaz pauvres; ceux-ci, quel que soit le système, Dowson, Taylor, Buire-Lencauchez, etc., se composent toujours d'une seule et unique colonne de combustible incandescent renfermée dans un fourneau spécial; à l'aide d'un ventilateur mû mécaniquement ou d'un souffleur à vapeur alimenté par une chaudière à vapeur spéciale, on envoie au travers de cette colonne de combustible le mélange d'air et de vapeur qui, au contact du charbon porté au rouge, doit donner naissance au gaz pauvre. Ce gaz, à la sortie du gazogène, doit passer par une série de laveurs, d'épurateurs chimiques et physiques avant de

pénétrer au gazomètre, ces appareils ayant pour but de débarrasser le gaz des poussières. des goudrons et des produits sulfurés qu'il peut contenir; donc, la production du gaz pauvre nécessite l'emploi d'une seule série d'appareils se commandant tous les uns les autres, d'où il résulte immédiatement qu'un accident ou un incident venant entraver la marche d'une des parties de l'appareil, met l'appareil entier hors de service. Ces gaz pauvres ont une puissance calorifique variant de 1100 à 1400 calories au maximum; les moteurs en consomment de 2200 à 2600 *l* par cheval et par heure, d'où la conclusion immédiate que les canalisations de gaz pauvres devront être beaucoup plus grosses que les canalisations de gaz Riché; en outre, pour assurer la marche d'un moteur pendant un temps déterminé, le gazomètre d'un appareil gazogène à gaz pauvre devra avoir une capacité deux fois à deux fois et demie plus forte que celle du gazomètre accompagnant le gazogène Riché. D'un autre côté, les moteurs alimentés avec les gaz pauvres ne donnent guère que les deux tiers ou les trois quarts de la puissance qu'ils pourraient développer s'ils étaient alimentés avec le gaz de ville; avec le gaz Riché les moteurs développent la même puissance qu'avec le gaz de ville. Ces diverses considérations conduisent à une économie en faveur du gazogène Riché dans les frais de première installation.

Enfin, les gazogènes à gaz pauvre n'emploient que des combustibles absolument spéciaux : houille maigre, anthracite, etc., dont le prix de revient est généralement très élevé et l'approvisionnement assez difficile, car la moindre variation dans la qualité du combustible est cause de perturbations dans la marche du gazogène et quelquefois même de son arrêt; chaque gazogène marche dans des conditions déterminées, avec un combustible également déterminé, et le réglage varie avec la nature de ce combustible. Il y a donc, de ce côté, une nouvelle source de causes d'arrêt ou de mauvais fonctionnement de l'appareil. Nous avons vu qu'il n'en est pas de même pour le gazogène Riché.

Outre les applications à la force motrice, le gazogène Riché peut être appliqué avec succès pour le chauffage et l'éclairage directs, et sous ce rapport aussi il présente de nombreux avantages sur le gaz provenant des gazogènes à gaz pauvres, puisque sa puissance calorifique est plus considérable, que la température de sa flamme est plus élevée, et que les canalisations qu'il nécessite sont de plus faible diamètre.

Le gazogène Riché apporte en outre une solution très simple et très pratique du transport de la force à des distances moyennes. Les canalisations de gaz permettent en effet d'établir des réseaux venant distribuer le gaz à des moteurs placés au point précis où l'on a besoin de force motrice. Ce système évite tous les inconvénients du transport de la force, soit par les transmissions mécaniques (arbres, poulies et courroies), par câbles télédynamiques, par l'air ou l'eau sous pression, par la vapeur; il peut même lutter avec la transmission par l'électricité pour les distances faibles ou moyennes.

On n'a pas à craindre en effet les pertes par le frottement, les fuites, puisque le fluide est à une faible pression, la congélation, la condensation comme avec la vapeur, l'usure comme avec les transmissions mécaniques, etc. Le gaz d'éclairage et les gaz pauvres se trouvent placés sous ce rapport à peu près dans les mêmes conditions que le gaz Riché, mais cependant ce dernier l'emporte sur le gaz d'éclairage parce qu'il est moins cher et sur les gaz pauvres parce que les canalisations ont besoin d'être d'un moins fort diamètre.

Pour terminer cette étude concernant le gazogène Riché, nous devons signaler que, malgré le grand nombre d'applications qui en a déjà été fait, il est permis de supposer que les recherches de M. Riché viendront encore augmenter son domaine. M. Riché en effet a à l'étude toute une série d'inventions : il faut espérer que les résultats ne s'en feront point attendre et que de même que pour le gazogène Riché elles trouveront en France, leur pays d'origine, leur consécration industrielle, sans avoir besoin pour cela d'un exode à l'étranger.

HISTORIQUE

DES

TENTATIVES ET DES APPLICATIONS

DE LA LOCOMOTION PAR ENTRAINEMENT CONTINU

(Chemin mobile)

JUSQU'A LA PLATE-FORME ÉLECTRIQUE A DEUX VITESSES

Destinée à l'Exposition de 1900

PAR

M. ARMENGAUD Jeune

SOMMAIRE : Tentatives antérieures; — analogies; — transporteurs par câbles; — plans inclinés mobiles; — planchers roulants; — trains continus; — systèmes divers; — origine et but de la plate-forme d'essai de Saint-Ouen; — système définitif Blot, Guyenet et de Mocomble; — application à l'Exposition de 1900 combinée avec le chemin électrique, d'après le projet de M. Maréchal.

Exposé.

Ceux d'entre vous qui, répondant à l'invitation faite par M. le Président au nom de la Compagnie des Transports électriques de l'Exposition, ont vu fonctionner la plate-forme d'essai installée à Saint-Ouen se sont bien vite rendu compte des particularités et des avantages de ce nouveau moyen de locomotion.

Après le succès complet de cette épreuve, on est unanimement d'accord sur l'étendue des services qu'on est en droit d'en attendre pour le transport de la foule à l'Exposition de 1900, où, par suite de l'adoption définitive du système Blot, Guyenet et de Mocomble, il sera appelé à desservir l'enceinte de l'Exposition comprise entre le Champ-de-Mars et l'Esplanade des Invalides.

Ce mode de locomotion, qui a été un sujet de curiosité pour le public admis à l'expérimenter, ne devait pas surprendre les Membres de notre Société qui en avaient vu l'application aux Expositions de Chicago et de Berlin. Toutefois, ce n'est qu'en

apparence que la plate-forme de Saint-Ouen ressemble à ses devancières en Amérique et en Allemagne; elle en diffère essentiellement par le principe de la propulsion et par les dispositions mécaniques et électriques qui le réalisent.

Mais avant d'établir ce parallèle et même avant de donner une description générale de la plate-forme, il m'a paru intéressant de faire connaître les tentatives qui ont eu lieu pour résoudre le même problème. S'il est juste de payer un tribut d'éloges aux auteurs du projet actuel, l'impartialité nous fait un devoir de signaler à votre attention ceux qui en ont été les précurseurs.

I

Analogies.

La célèbre pensée de Pascal: « Les rivières sont des chemins qui marchent et qui portent où l'on veut aller », vient naturellement à l'esprit lorsqu'on examine un moyen de locomotion par entraînement prenant ses points d'appui sur le sol, en un mot, le chemin mobile. Mais ce n'est certainement pas ce mode de transport que devait ou pouvait prévoir ce grand génie à la fois géomètre et philosophe, bien qu'on lui prête l'invention de la brouette.

Quand on cherche des analogies avec complaisance on en trouve partout. C'est ainsi que quelques personnes nous ont dit qu'une longue voiture ou encore un train de chemin de fer dont les wagons communiquent entre eux par un couloir donnent une idée d'un chemin qui marche sur un autre chemin. Ecartons tout de suite cette subtile comparaison et cherchons à définir ce qu'il faut entendre par le nouveau mode de locomotion par entraînement. Son caractère essentiel et fondamental doit être la continuité à la fois dans l'espace et dans le temps; il doit répondre à cette condition nécessaire et suffisante qu'une personne puisse à l'endroit ou à l'instant voulu par elle se porter sur la chaussée mouvante ou la quitter, avec la faculté de pouvoir y circuler d'un mouvement relatif dans le sens de la translation ou dans le sens contraire, selon qu'elle veut augmenter ou retarder la vitesse de son déplacement absolu.

Transporteurs par cables aériens.

S'il s'agissait moins d'un engin destiné à transporter les marchandises, que d'un système de locomotion pour les personnes, les antériorités au chemin qui marche se présenteraient à l'esprit en abondance. On pourrait d'abord rappeler les courroies et les tabliers, les chaînes à godets, norias ou autres, qui dans beaucoup d'industries servent de moyens de déplacement local. Une analogie plus saisissante nous est offerte par les câbles aériens dont l'usage tend à se répandre de plus en plus pour le transport de toutes espèces de matières, du charbon dans les mines, des betteraves dans les champs, etc. L'idée de ces transports aériens paraît remonter à une date très ancienne puisqu'on en constate l'emploi par les Chinois et les Indiens pour faire passer toutes sortes d'objets d'une rive à l'autre d'un fleuve.

Je n'insisterai pas sur ce mode de transport qui a été l'objet de communications très complètes et encore récentes à notre Société. Il me suffit de dire que dans le système où le câble est à la fois tracteur et porteur, il donne bien l'image d'un véritable chemin filiforme, puisqu'il se meut avec les objets à transporter.

Dans le même ordre d'idées on est en droit de faire allusion aux engins de locomotion funiculaire dans lesquels les véhicules viennent par des gripps se cramponner sur un câble sans fin constamment en mouvement. Ce système est assez répandu en Amérique et vous en connaissez tous l'application faite au funiculaire de Belleville.

Transporteurs par tabliers.

Je dois encore signaler comme des précédents se rapprochant davantage du chemin mobile les transporteurs à tablier qui sont généralement employés avec les excavateurs pour emmener au loin les déblais dans les ouvrages de terrassement. Ce genre de transporteurs, perfectionné par M. Buette, a donné d'excellents résultats sur les chantiers du Canal de Tancarville. Je dois dire ici qu'aux travaux de percement du canal de Suez on leur avait préféré avec raison les dragues à long couloir imaginées par M. Badois, notre sympathique Vice-Président.

Mais pour trouver dans la pratique une application directe du principe de la voie par déroulement au transport des personnes, il convient de la chercher dans les plans inclinés mobiles.

Plans inclinés mobiles

Système du Pont de Brooklyn.

Signalons d'abord l'ascenseur continu et incliné de l'Ingénieur Reno installé en 1892 à l'extrémité du Pont de Brooklyn à New-York et qui offre la faculté aux nombreux passagers de cette voie de franchir sans aucune gêne la différence de niveau entre la rue et la plate-forme de la station du tramway faisant la traversée du Pont. Le plancher mouvant de ce système est une sorte de chaîne formée d'une série de traverses en fer articulées les unes aux autres et passant en haut et en bas sur des tambours polygonaux dont l'un, le tambour supérieur, reçoit le mouvement d'un moteur électrique de la force de 4 chevaux. Une rampe mobile se déplaçant exactement avec la même vitesse permet aux passagers d'affermir leur équilibre.

Système Boni et Gallotti.

Ce système a été modifié en 1895 par MM. Bony et Gallotti de Lyon, qui en ont proposé l'application dans l'intérieur des édifices et des maisons en remplacement des ascenseurs verticaux. Ces inventeurs se sont attachés à reproduire exactement les escaliers ordinaires avec des marches horizontales dans la partie utilisée pour l'ascension ou la descente. En réalité c'est la mobilisation d'un escalier ordinaire mais dédoublé. Le mouvement est donné par une transmission électrique à l'aide de quatre dynamos pour la montée et deux pour la descente, ces derniers servant à modérer l'entraînement du poids moteur constitué par les voyageurs eux-mêmes.

Système Hallé installé aux magasins du Louvre.

Je me bornerai à signaler l'escalier mobile des Magasins du Louvre bien connu surtout des dames qui me font l'honneur de m'écouter et qui a été installé par M. Hallé, l'Ingénieur de cet établissement. Comme notre collègue est inscrit pour vous faire une communication sur l'organisation mécanique de la manutention des Magasins du Louvre, je me garderai bien de la déflorer en donnant des détails sur les particularités très ingénieuses de son système.

Il est question d'établir un certain nombre de planchers mobiles à l'Exposition de 1900 pour rendre plus commode aux

visiteurs l'accès dans les galeries supérieures des Palais. Plusieurs constructeurs se sont mis sur les rangs pour la construction de ces plans inclinés, notamment MM. Piat, Cance et Leblanc, et, bien que leurs systèmes doivent vraisemblablement reposer sur le même principe que ceux que j'ai passés en revue, ils présenteront certainement dans l'exécution des dissemblances intéressantes.

Pour terminer cette énumération rapide des voies et des roulements, je citerai à titre de curiosité la piste mobile, avec des chevaux galopant sur place, dans une Revue au Théâtre des Variétés et le quai d'embarquement, entraînant les personnages pour donner l'illusion du bateau en marche, dans la féerie représentée actuellement au théâtre du Châtelet.

Planchers roulants.

Malgré les applications multiples dont les plans mobiles à tablier ou à déroulement sont susceptibles, il est certain que leur champ d'action est limité aux petits parcours dans les magasins, les hôtels, dans les gares, les musées et les Expositions, car ils ne peuvent servir d'engins de transport à grande distance à cause de la structure du chemin articulé ou flexible qui doit revenir sur lui-même. C'est pour mettre plus d'ordre dans notre Exposé que nous avons quitté l'ordre chronologique, mais nous aurons à y revenir pour présenter les tentatives faites directement dans le même but que celui de la plate-forme actuelle.

Système Dalifol 1880.

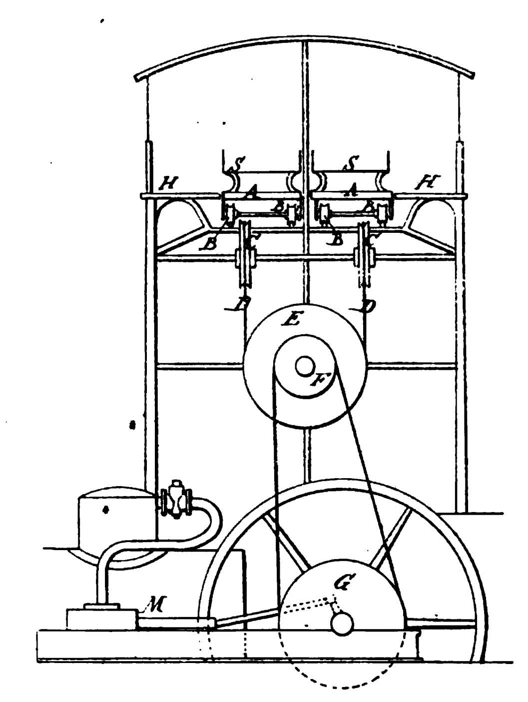
Ayant dirigé mes investigations dans les descriptions et dessins joints aux brevets d'invention, qui sont les véritables archives du progrès industriel, j'ai trouvé qu'en 1880 M. Dalifol, le fondeur bien connu, importateur de la fonte malléable en France, avait pris un brevet sous la désignation de : Nouveau système de locomotion à planchers mobiles avec traction par moteur fixe.

Dans une brochure parue en 1881, que m'a apportée son fils, heureux de saisir cette occasion de rendre un pieux hommage à la mémoire de son père, on pourra lire avec un grand intérêt les considérations qui déjà à cette époque avaient frappé l'inventeur de ce nouveau système comparé à tous les moyens de transport en usage.

Le système de M. Dalifol reposait sur l'emploi d'une machine

fixe par opposition à la machine mobile, c'est-à-dire à la locomotive, pour communiquer le mouvement à des planchers roulants destinés à faire un parcours déterminé, formant de préférence un cycle fermé. C'est bien là le premier chemin mobile proprement dit qui paraît avoir été proposé, dans le but bien déterminé de transporter par masses des voyageurs, en remplacement des lignes d'omnibus ordinaires.

Comme l'explique M. Dalifol sa voie est formée de deux planchers; l'un est fixe, l'autre mobile. Celui-ci est composé de pan-



PROJET DALIFOL, 1880.

A wagonnets portant les sièges S;

B galets porteurs des wagonnets A;

C poulies de renvoi du câble sans fin D;

E poulie d'entraînement du câble;

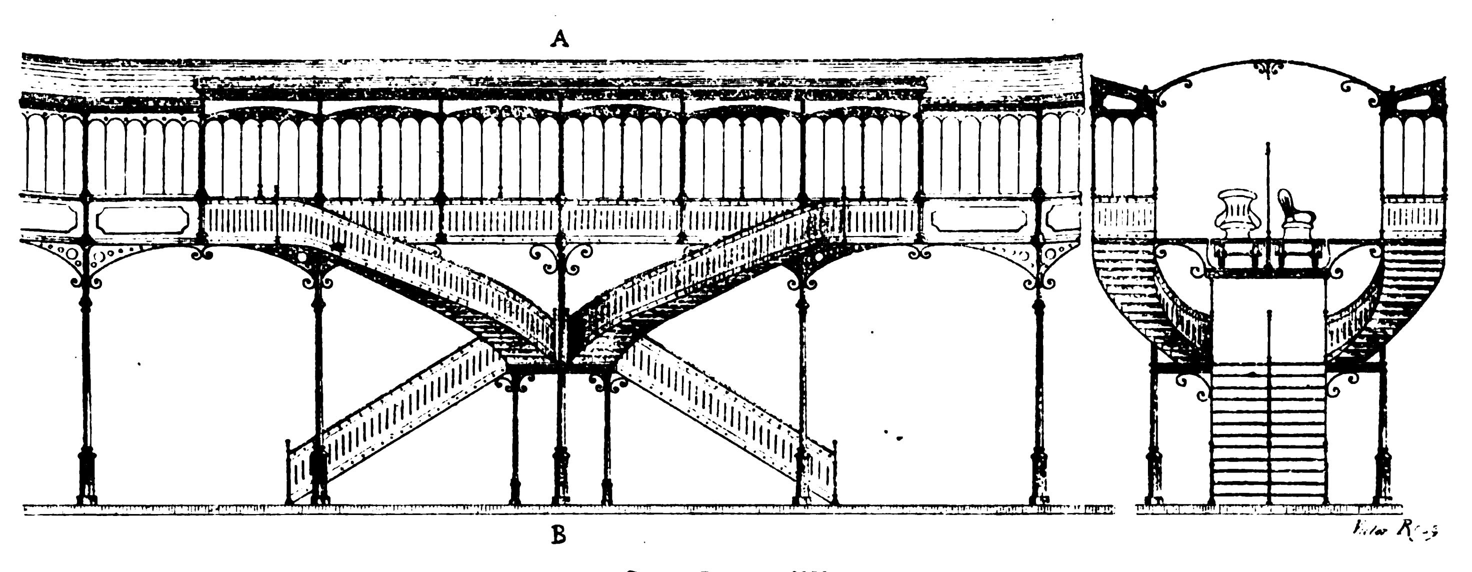
F et G poulies de commande de la poulie E;

H trottoirs fixes;

M moteur.

neaux qui sont assez courts pour pouvoir tourner facilement dans les courbes et aux extrémités de la ligne; chacun de ces panneaux constitue un wagonnet monté sur des roues ou galets qui sont garnis de caoutchouc pour éviter le bruit et qui doivent suivre le chemin tracé par des rails placés en contre-bas du plancher mobile. Le plancher fixe sert de montée et de descente et tout l'ensemble comprenant deux voies semblables est établi sur une sorte de viaduc à une hauteur suffisante pour ne pas entraver la circulation des voitures ordinaires.

M. Dalifol avait indiqué que la transmission de mouvement aux planchers mobiles pouvait s'effectuer de différentes manières,



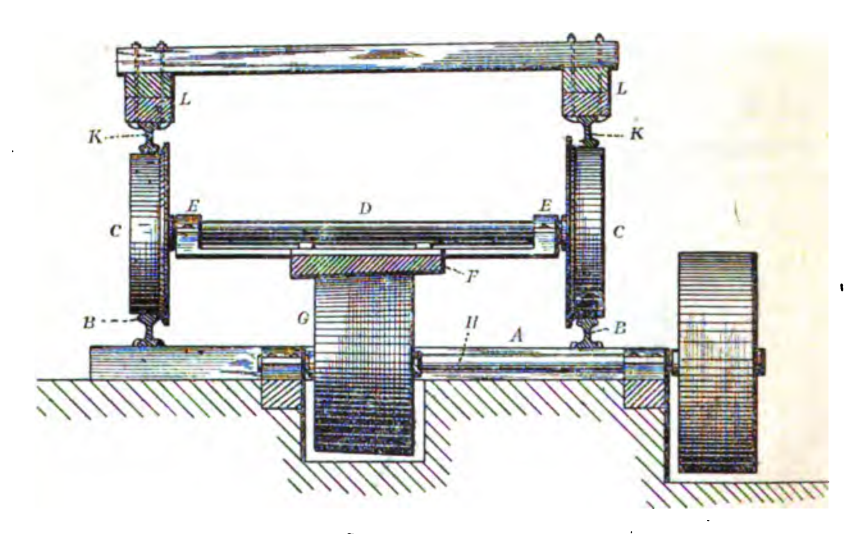
Projet Dalifol, 1880.

suivant la charge et la vitesse, par càbles, engrenages, friction, etc. Tous les deux cents mètres il devait y avoir un arrêt pour permettre de monter et de descendre, et le voyageur n'aurait eu qu'à enjamber du plancher fixe au plancher mobile, où il trouvait des fauteuils et des bancs pour s'asseoir.

C'est la mort prématurée de M. Dalifol qui empêcha son projet d'aboutir, et le fils qu'il laissait était alors trop jeune pour continuer l'œuvre de son père.

Carrousel Bliven 1885.

Jusqu'au dernier moment j'avais cru que la priorité de l'entraînement par galets à axe fixe appartenait à M. Blot. Mais dans l'enquête que j'ai faite dans les patentes américaines, j'ai



Carrousel Bliven.

A fondation du carrousel supportant les rails BB de la piste;
CC roues des wagonnets dont les essieux D reposent sur les coussinets EE;
F plate-bande médiane reliant les essieux des wagonnets et entraînée par le galet de friction G;
LL poutres des panneaux composant le plancher mobile et portant les rails KK entraînée par les roues CC.

trouvé cette idée émise pour la première fois par M. Bliven dans la patente demandée par lui le 4 décembre 1884 et accordée le 1er septembre 1885. M. Bliven en proposait l'application à un carrousel. Comme on le voit par la figure qui représente en coupe son dispositif, les wagonnets qui constituent les organes essentiels du carrousel, sont formés tout simplement de roues

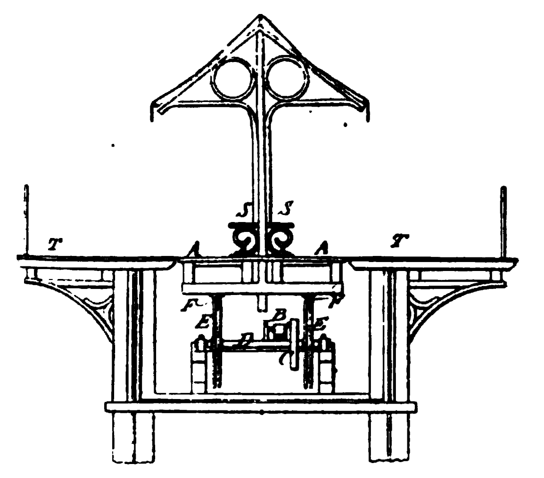
tournant folles sur leurs essieux, et ces essieux sont réunis par des plates bandes médianes articulées entre elles, portant sur des galets qui les entraînent par friction et qui tournent sur place commandés à la main ou par un moteur quelconque.

C'est sur les roues de ces wagonnets que reposent par des rails les panneaux constituant le plancher circulaire du carrousel; il est facile de comprendre que ce plancher en forme de couronne est entraîné avec une vitesse double de celle des essieux des wagonnets. C'est ce principe d'entraînement différentiel que nous trouverons tout à l'heure utilisé dans la plate-forme de Chicago.

Plate-forme Blot 1886.

Il est très probable que M. Blot ne connaissait pas le dispositif de Bliven quand il se fit breveter en 1886 pour son système primitif de plate-forme.

Contrairement au principe de M. Dalifol que nous verrons réaliser sous d'autres formes, M. Blot conçût, comme M. Bliven,



Projet Blot, 1886.

A plate-forme mobile munie de sièges S;
B moteur électrique donnant le mouvement à une poulie C montée sur l'arbre D;
E galets à gorge entraînant la plate-forme mobile A par ses rails inférieurs F;
T trottoirs fixes latéraux.

l'idée d'entraîner le plancher mobile par la friction de galets tournant sur place. Son système consistait en une plate-forme mobile sans fin circulant entre deux trottoirs fixes et constituée essentiellement par une bande verticale en tôle à laquelle étaient fixés les éléments du plancher; les dernières longrines longitudinales constituant ce plancher étaient reliées par des poutres transversales sur lesquelles étaient adaptés les plates-

bandes ou rails portant sur les galets d'entrainement faisant en même temps fonction de roues porteuses.

C'est en vertu de l'adhérence que la propulsion des rails et par conséquent l'entraînement de la plate-forme se produit, et on ne peut mieux se rendre compte de cette action qu'en supposant retournée sens dessus dessous une locomotive avec la voie sur laquelle elle porte; si la locomotive ayant ainsi ses roues en l'air est supposée immobile, ce sont évidemment les rails qui obéissent au mouvement d'entraînement des roues.

M. Blot, qui, je puis le dire sans blesser sa modestie, est un chercheur et non un ingénieur de profession, avait été séduit par les expériences célèbres de M. Marcel Desprez pour la transmission de la force par l'électricité. C'est en s'inspirant de celles-ci qu'il imagina d'employer des moteurs électriques pour actionner les galets de friction de sa plate-forme.

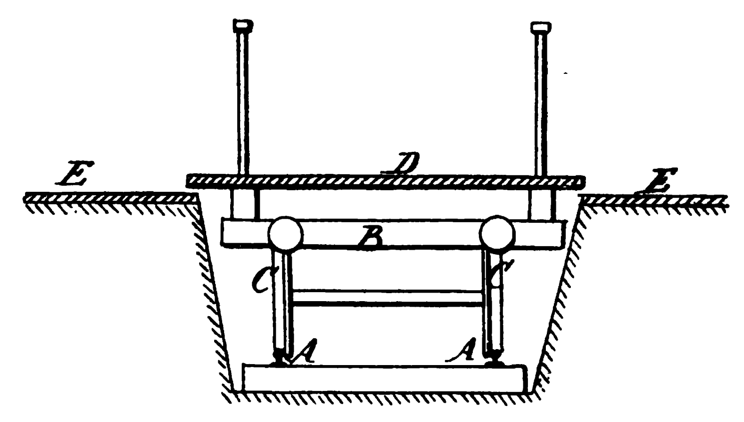
M. Blot présenta, en 1887, son projet à la Commission de l'Exposition de 1889, et il fut accueilli avec faveur par M. Lockroy, alors ministre du Commerce; malheureusement ce dernier fut renversé; et le projet Blot tomba dans l'oubli. Nous le verrons ressusciter tout à l'heure, mais il n'en faut pas moins regretter cette circonstance; car sans elle, il est probable que c'est en France et non en Amérique qu'aurait été faite la première application d'une plate-forme électrique.

Disons toutefois que dans le projet primitif de M. Blot le mouvement du plancher ne devait pas être continu. Il devait subir toutes les deux minutes des arrêts de quelques secondes permettant aux voyageurs peu hardis de passer du trottoir fixe sur le chemin animé d'une vitesse relativement considérable.

Train continu Hénard, 1887.

Dans la même année 1887 et pour la même destination, un ingénieur français, M. Hénard, avait proposé un système de train continu mû par l'électricité. Il consistait à établir, comme dans le système Dalifol, un plancher sans fin sur des wagons plats; ceux-ci étant placés en tranchée pour que la plate-forme se trouvât au niveau du sol, formaient une longue chaîne sans fin tournant continuellement sur elle-même. Les moteurs électriques étaient répartis à raison d'un par série de dix wagonnets et l'énergie électrique devait être fournie par une usine fixe transmettant le courant au moyen de conducteurs métalliques placés

sous les rails. La plate-forme ne marchait pas non plus d'une manière continue; elle devait être arrêtée périodiquement, toutes



Projet Hénard, 1887.

A voie en tranchée;
B truck ou wagonnet monté sur es roues ;
D plate-forme mobile continue portée par les trucks B au ras du sol;
E trottoirs fixes.

les minutes pendant 15 secondes pour permettre le passage du trottoir sur la plate-forme aux personnes âgées et timorées.

Ce mouvement intermittent ou par saccades aurait-il été du goût du public? Il est permis d'en douter.

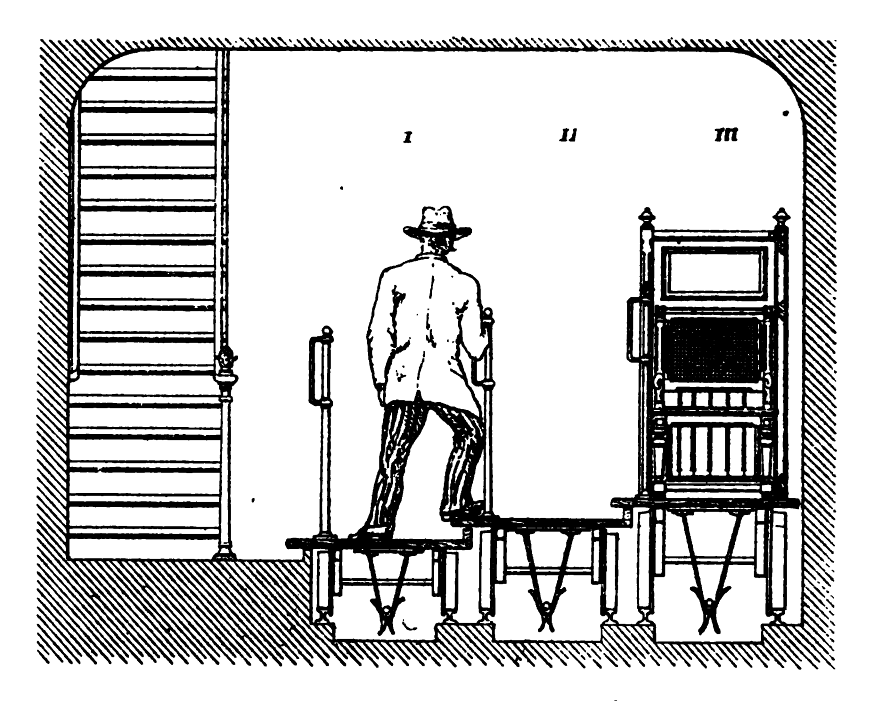
Train a gradins Rettig, 1888.

Il restait donc à trouver un moyen de faire passer le voyageur du trottoir fixe au plancher mobile sans en interrompre le mouvement. On peut dire, au propre et au figuré, que ce pas a été franchi par l'invention brevetée en 1888 aux noms de MM. Wilhelm et Heinrich Rettig sous le titre : Système de transport des voyageurs dans les grandes villes, dit : le train à gradins.

Le but que s'étaient proposé ces inventeurs était, comme ils l'expliquent, d'aménager une ou plusieurs rangées ininterrompues de planchers mobiles roulants, constitués par des séries de wagonnets pouvant circuler auprès d'un train de chemin de fer passant sans s'arrêter devant elles et servant à faciliter la montée des personnes dans ledit train par l'intermédiaire des vitesses de transition convenables qu'elles possèdent. Chacune de ces rangées de wagonnets était disposée en forme d'anneau ou de circuit, et offrait cette particularité que c'est seulement de deux

en deux que les wagonnets étaient munis de roues afin d'obtenir par cette construction un circuit divisé en tronçons aussi courts que possible, se prêtant ainsi parfaitement au passage dans les courbes de faible diamètre et ayant en outre l'avantage de réaliser une grande économie sur le nombre des essieux.

Dans l'exemple donné par MM. Rettig, ils supposent un système comprenant trois degrés ou gradins parallèles et contigus. Le premier degré, formé comme les autres d'une chaine de wagonnets articulés, surmontés d'un plancher, est supposé se déplacer



Trains à gradins Rettig, 1888.

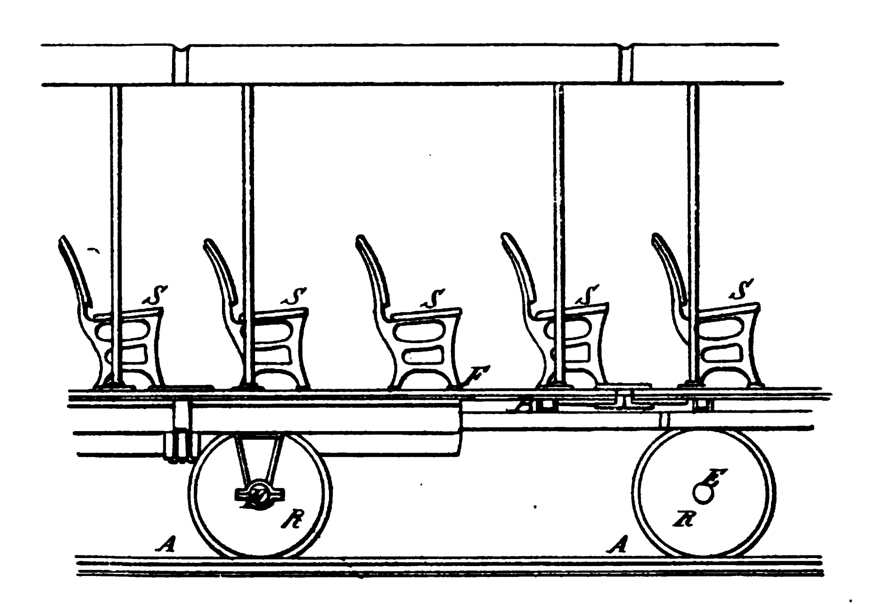
avec une vitesse de 1,50 *m* par seconde, qui est celle d'un piéton ordinaire à allure assez vive; la vitesse du second est doublée c'est-à-dire portée à 3 *m*. et enfin le troisième degré, qui est le train proprement dit, atteint la vitesse de translation de 4,50 *m* par seconde.

On comprend qu'en multipliant davantage le nombre de ces planchers ou gradins intermédiaires on pourrait arriver à atteindre pour le dernier une vitesse d'un train express de 80 *k* à l'heure.

Plate-forme électrique de Chicago, système Schmidt et Silsbée 1893.

Jusqu'à présent tous les systèmes de chemins mobiles que je viens de faire défiler devant vos yeux étaient restés à l'état de projet sur le papier, et il faut arriver jusqu'à l'année 1893 pour voir la première application d'une plate-forme mobile pour le transport des foules. Cette application, due à deux ingénieurs américains, MM. Schmidt et Silsbée, a été faite à l'Exposition de Chicago et répétée plus tard à celle de Berlin, en 1896. Le premier trait distinctif du système américain est qu'il fonctionne d'une façon continue et non par intermittences, comme le proposaient MM. Dalifol, Blot et Hénard. Pour permettre cette continuité, MM. Schmidt et Silsbée ont mis à profit l'idée du train à gradins des frères Rettig en décomposant la plate-forme en deux chemins roulants à vitesses différentes. Mais la manière dont cet entraînement différentiel a été réalisé par eux est des plus simples et des plus ingénieuses ; elle repose sur cette observation, comme dans le carrousel de Bliven, que, lorsqu'une roue se déplace, un point quelconque de sa circonférence avance deux fois plus vite que son axe. C'est ce qu'on observe tous les jours avec le rouleau sur lequel les débardeurs ou les maçons font glisser les grosses pierres. En conséquence, les deux plates-formes du système américain reposent par leur plate-bande inférieure, sorte de rail l'une sur les roues, l'autre sur les essieux d'une série de wagonnets ou trucks constituant une chaîne sans fin et roulant eux-mêmes sur des rails. Ces deux chaînes sont actionnées par des moteurs électriques répartis à raison de un pour trente wagonnets.

En rapprochant ce système de ceux cités précédemment, on constate qu'il participe à la fois du système du chemin roulant, ce que M. Blot appelle la voie de charroyage, et de son propre système à galets d'entraînement qu'il appelle voie de translation. Mais, on doit remarquer que dans la plate-forme américaine, les roues motrices étant entraînées dans le mouvement avec leurs essieux et les dynamos, tous ces mécanismes constituaient un poids mort inutile et rendaient difficiles la vitesse et la réparation des organes de propulsion. C'est pourquoi, si cette plate-forme a donné au public toute satisfaction sous le double rapport de la commodité du transport et de la sécurité, on lui a re-



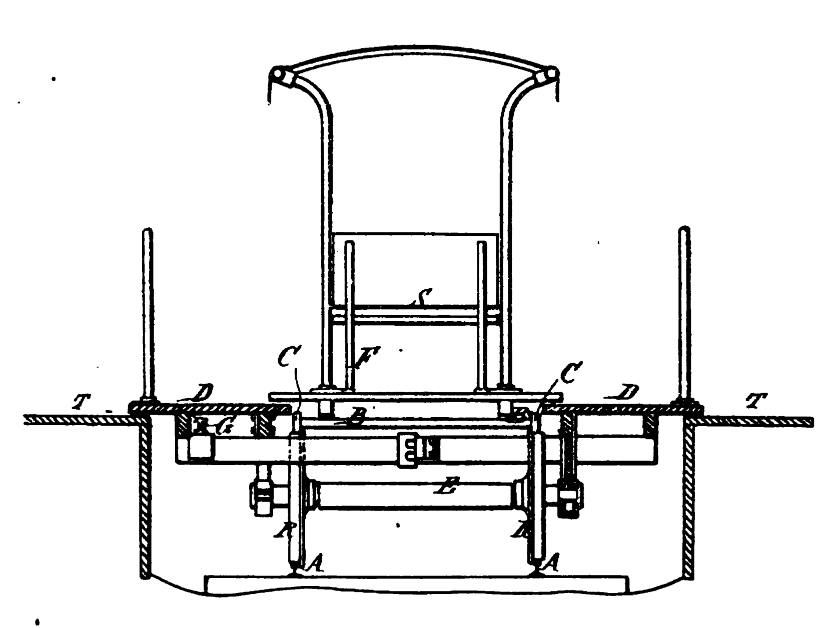


Plate-forme de Chicago système Schmidt et Silsbée.

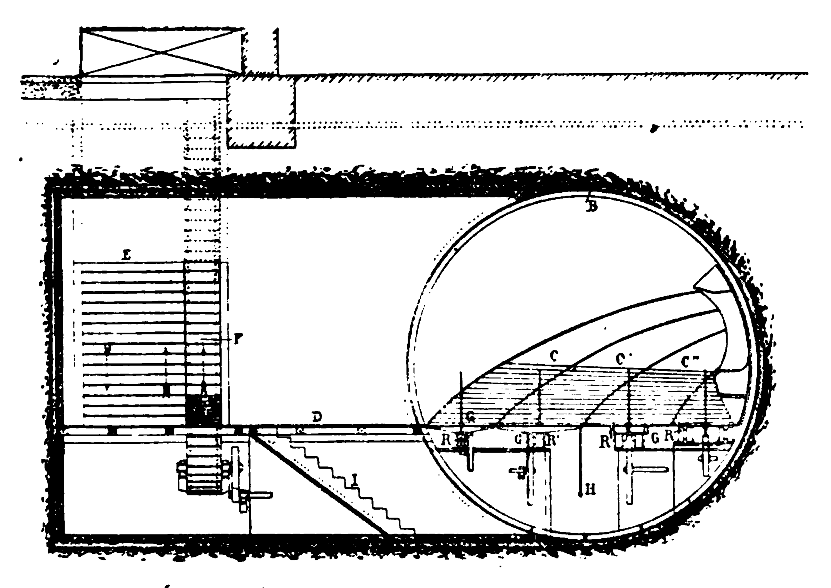
A voie inférieure ;
R roues porteuses et entraineuses ;
B châssis portant inférieurement les rails CC;
D plateforme d'accès à petite vitesse entraînée directement par les essieux E ;
F wagonnet portant les sièges S entraîné par le châssis B à grande vitesse ;
G barre de prise du courant électrique ;
T trottoirs fixes.

proché avec raison les nombreux arrêts dans l'exploitation pour cause de réparations.

Ces inconvénients sont évités dans le système à moteur fixe que M. Blot avait imaginé en 1886 et qu'il perfectionna en 1894 lorsque le commencement des préparatifs de l'Exposition de 1900 ranima son espoir de voir exécuter son projet. C'est principalement sur la disposition des rails d'entraînement de sa plate-forme que se portèrent ses modifications, qui consistèrent à former ces rails de bandes indépendantes et concentriques pouvant être entraînées séparément par des galets à gorge en vue de franchir plus facilement les courbes du tracé à parcourir.

L'Électro-Métropolitain de MM. Faure et Casalonga 1894.

A la même époque, utilisant le principe de la plate-forme de Chicago, MM. Faure et Casalonga, Ingénieurs civils, proposèrent,



Électro-métropolitain de MM. Faure et Casalonga.

B tube-tunnel de la galerie;
CC'C'' plate-forme continue;
D quai fixe communiquant avec le jour par un escalier E et par un plancher mobile F;
RR'R'' roues d'entraînement.

sous le nom de l'électro-métropolitain parisien un système de transport comportant plusieurs voies mobiles et parallèles tour-

nant de préférence dans le même sens, mais à des vitesses différentes. Ces voies mobiles, constituées comme la plate-forme américaine, devaient circuler dans des galeries creusées sous le sol de Paris et être mises en mouvement au moyen de dynamos animées par des courants électriques polyphasés provenant d'une usine centrale.

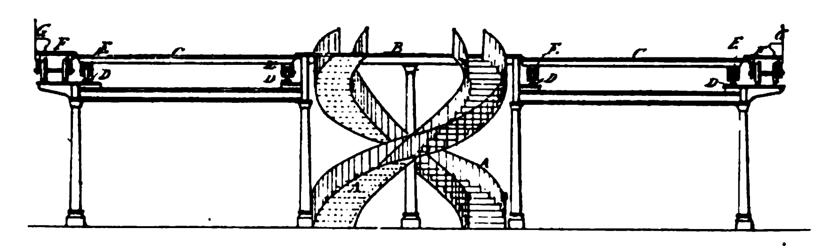
L'ensemble formait ce que les auteurs de ceproj et ont dénommé, par une expression imagée, un labyrinthe parisien.

On conçoit, disent-ils dans leur brochure, que ce labyrinthe d'un nouveau genre, éclairé à la lumière électrique et par conséquent plus clair que celui de Dédale, ne devait pas nécessiter le fil d'une Ariane pour s'y conduire et y circuler toute heure de jour et de la nuit.

Avant d'aborder la description de la plate-forme de Saint-Ouen, il n'est pas inutile de signaler deux systèmes ingénieux imaginés récemment pour permettre aux voyageurs de passer facilement sur la voie mobile.

Embarcadère rotatif Thévenet le Boul 1896.

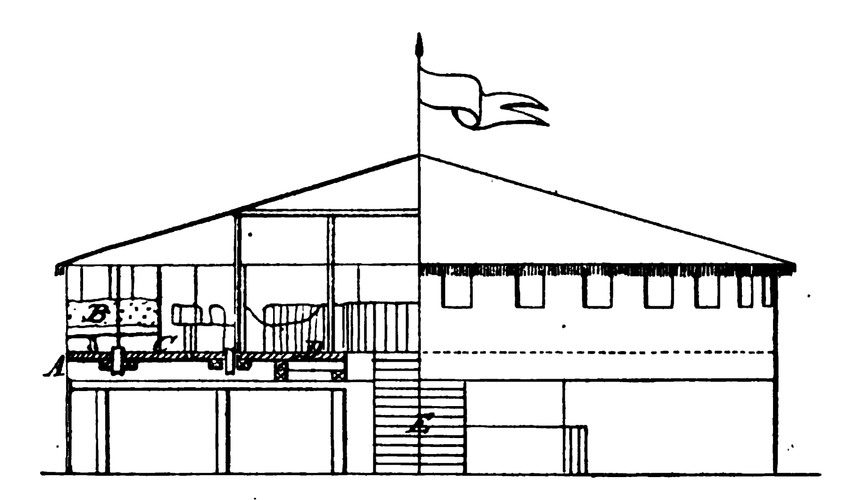
Le premier est dû à M. Thévenet le Boul, Ingénieur des Ponts et Chaussées, l'un de nos Collaborateurs dans le Syndicat d'Études, qui, en 1896, proposa pour l'Exposition de 1900, un système de

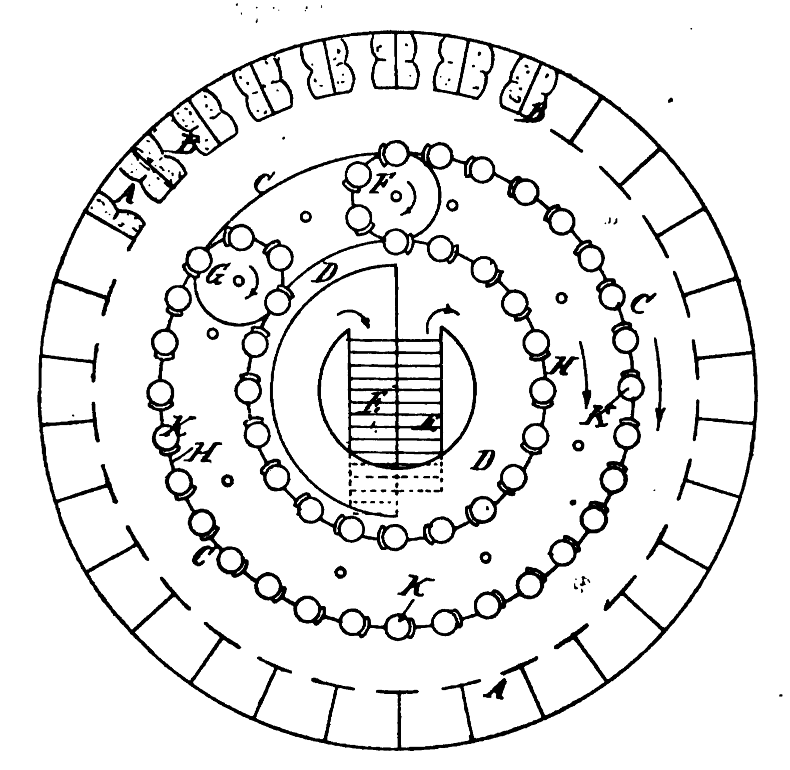


Thevenet Le Boul.

A escaliers d'accès;
B plate-forme centrale fixe;
C plate-forme annulaire rotative portée par les voies D à l'aide des galets E;
F wagonnets portant les sièges G.

locomotion sous le nom de train continu à embarcadère rotatif. Cet embarcadère rotatif consiste en un grand plateau ou plate-forme circulaire de 30 *m* de diamètre et évidé au centre, où il est muni d'escaliers qui y donnent accès. Deux plates-formes annulaires de ce genre sont disposées aux extrémités de la ligne à desservir et leur périphérie est embrassée par la chaîne continue





MARCHEPIED ÉPICYCLOÏDAL DE VIÉTOR, 1897.

A plate-forme tournante munie de sièges B ;
C marchepied de la plate-forme A, tournant avec elle ;
D plate-forme centrale immobile ;
E escalier donnant accès à la plate-forme centrale D ;
FG disques de transport tournant sur eux-mêmes en se déplaçant concentriquement aux deux plates-formes ;
H chaîne munie de sièges K, servant à amener successivement les voyageurs de D sur C ou de C sur D.

des wagonnets portant le plancher de la voie mobile. Le mouvement est donné par des moteurs électriques à raison de un par dix wagonnets. On voit qu'un voyageur, si peu ingambe qu'il puisse être, pourra facilement monter sur la plate-forme rotative grâce à la vitesse très faible de l'escalier du centre et qu'en se dirigeant par le rayon vers le bord extérieur il acquérera aisément la même vitesse que le train sans éprouver aucune réaction sensible.

Marchepied épilycloïdal de M. Viétor 1897.

Le second système, proposé dans le même but, a été imaginé par M. Viétor, Ingénieur allemand, et le nom qu'il lui en a donné de marchepied épicycloïdal, en indique le principe.

Il en décrit l'application dans son brevet de 1898 à un carrousel. Les visiteurs arrivant sur la plate-forme intérieure fixe y trouvent des sièges disposés en chapelet et qui sont entraînés, l'un après l'autre, par des disques roulant entre la circonférence de cette plate-forme intérieure et celle de la couronne extérieure. Ils peuvent ainsi être amenés, en décrivant une trajectoire épicycloïdale, sans secousse, à la vitesse même du chemin mobile extérieur.

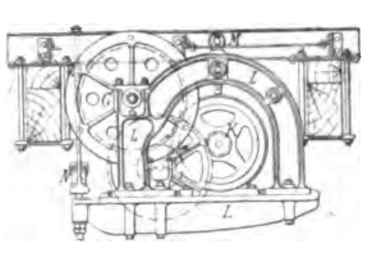
Étude d'un projet définitif de plate-forme mobile à deux étages pour l'Exposition de 1900.

Comme je l'ai dit, M. Blot n'est pas un Ingénieur de profession et il avait besoin d'un concours technique pour la mise au point de son projet. A cet effet, deux de nos collègues. MM. Georges Lévi et Cahen Strauss, le mirent en rapport avec MM. Guyenet et de Mocomble, également membres de la Société. M. Guyenet vous est particulièrement connu par la part qu'il a prise au montage de la Tour Eiffel et à la construction de ses ascenseurs. Ils se mirent immédiatement à l'œuvre après avoir constitué un petit Syndicat d'études, dont l'auteur de cette communication fut appelé à diriger les travaux.

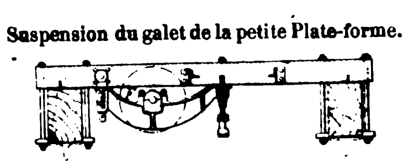
Système a poutre axiale de M. Guyenet.

Dès le début nous comprîmes que l'entraînement par deux rails concentriques soulevait dans la pratique des difficultés presque insurmontables. C'est alors que M. Guyenet proposa de les

Treuil de la grande Plate-forme.



Suspension du galet de la petite Plate-forme.



Système a poutre axiale de M. Guyenet, 1895.

(Pour la légende se reporter à celle de la planche 213.)

remplacer par une plate-bande unique fixée selon la ligne médiane des trucks élémentaires de la plate-forme, reliés entre eux par des charnières à broche verticale. C'est cette pièce essentielle appelée la poutre axiale, et qui, seule, sert à la propulsion tandis que les roues dont sont munis les trucks alternativement de deux en deux sont destinées seulement à les supporter en roulant sur la voie ferrée du viaduc ou infrastructure de la plate-forme. En d'autres termes, et c'est là l'originalité du système actuel, les organes de propulsion sont absolument distincts des organes de soutien ou de roulement.

C'est dans ces conditions que nous avons présenté le projet à la Commission supérieure de l'Exposition. Le nom de M. de Mocomble ajouté à ceux de MM. Blot et Guyenet était justifié à plus d'un titre. D'abord M. de Mocomble, comme associé de M. Guyenet, avait collaboré avec ce dernier pour l'étude du projet et en avait fait les calculs. Mais le mérite qu'on doit surtout lui reconnaître est d'avoir trouvé en dernier lieu une solution élégante et pratique pour la suspension élastique des galets de friction.

Treuil élastique de M. de Mocomble 1898.

Tandis que pour cette suspension M. Guyenet avait simplement prévu des ressorts genre Belleville, M. de Mocomble imagina la disposition qui permet en quelque sorte de faire osciller autour d'un axe horizontal fixe tout le système du bâti qui porte la dynamo motrice, le galet entraîneur de la plate-forme et les rouages intermédiaires entre la dynamo et ce galet. Ce bâti, suspendu ainsi sur un axe horizontal supérieur, repose à la partie inférieure sur le milieu d'un ressort à lames analogue à celui d'une voiture, les extrémités de la lame maîtresse étant reliées par des tirants ou tiges filetées à l'ossature fixe de la plate-forme. On peut, à l'aide des écrous dont sont munis les tirants, régler la hauteur des points d'attache c'est-à-dire la flèche du ressort et par suite la pression exercée par les galets de friction sur la semelle de la poutre axiale.

Les deux planchers mobiles de la plate-forme sont entraînés par ce même mécanisme, le plancher de grande vitesse par le galet relié directement à la dynamo et celui de la petite vitesse par un galet de diamètre moindre monté sur le prolongement de l'arbre du premier galet avec deux joints à la cardan pour se prêter aux dénivellations qui peuvent se produire. Le petit galet repose lui-même sur un bâti élastique et réglable. Les vitesses

devant être, comme je l'ai dit, de 1 à 2, le diamètre du grand galet est double de l'autre.

Il est évident que l'on pourrait à volonté, ce que ne permettait pas le système de Chicago, dont le principe imposait fatalement le rapport de 1 à 2 pour les deux plates-formes, faire varier ce rapport dans le système actuel en proportionnant autrement les diamètres des deux galets. Mais il semble prouvé par la pratique que le rapport de 1 à 2 est celui qui convient le mieux pour la

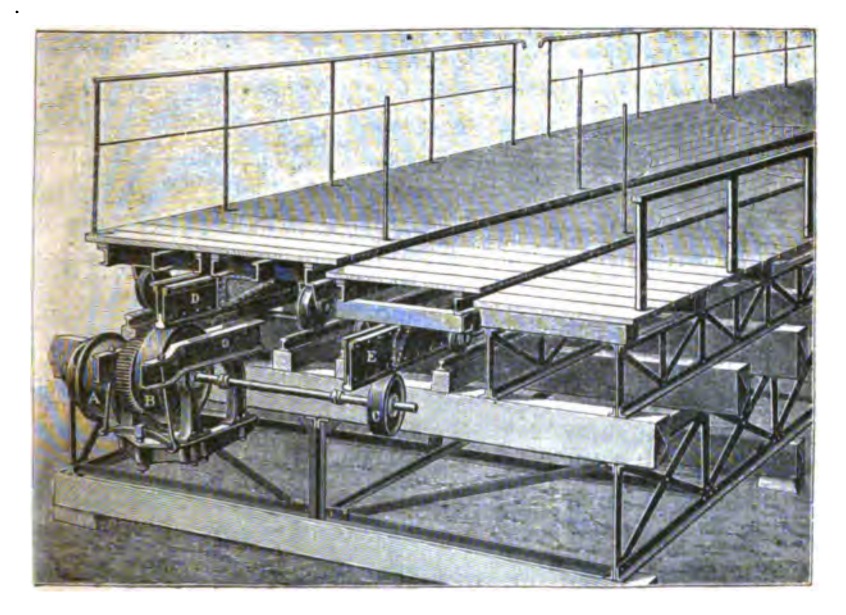


PLATE-FORME BLOT, GUYENET ET DE MOCOMBLE.

Détail de commande de la plate-forme :

A moteur électrique à courants triphasés ;
B galet moteur roulant sous le rail D et monté sur un bâti à ressort que l'on voit en avant ;
C galet roulant sous le rail E de la deuxième plate-forme.

commodité du passage d'une plate-forme à l'autre. Cependant si l'on considère les forces vives successives que le voyageur doit prendre sous forme d'élan lorsqu'il se porte du trottoir fixe sur la plate-forme à faible vitesse, puis de celle-ci sur la grande à vitesse double, le simple calcul montre que la seconde devrait être quadruple de la première ; mais, d'un autre côté, il faut constater que le voyageur ayant dans la première enjambée surmonté son appréhension, il est plus hardi dans la seconde enjambée, qui le lance sur la plate-forme à grande vitesse.

Expérimentation jugée nécessaire.

Lorsqu'au début de nos études nous avons été trouver M. le Commissaire général, nous lui avons dit, avec une certain ehardiesse peut-être, que nous lui apportions avec le chemin mobile un véritable clou pour l'Exposition de 1900. La Tour Eiffel avait été le clou vertical de l'Exposition de 1889, la plate-forme électrique serait le clou horizontal de l'Exposition de 1900! Mais après les explications que nous avons données à M. Picard, sur les différences que présentait notre système comparé à celui de Chicago, il a pensé qu'il était prudent de l'expérimenter.

Nous avons cherché en vain à l'établir au Jardin d'Acclimatation en remplacement du petit tramway bien connu des mères de famille. Mais l'idée de traversée par un viaduc, même mobile, de deux avenues du Bois de Boulogne eût fait frémir d'indignation le Conseil municipal de Paris auquel j'ai eu l'honneur d'appartenir.

Dans l'intention primitive de l'Administration, c'était seulement par un chemin de fer électrique qu'il s'agissait de desservir l'enceinte intérieure de l'Exposition comprise entre l'Esplanade des Invalides et le Champ-de-Mars et bordée latéralement par le quai d'Orsay et l'avenue de la Motte-Piquet; c'est ce chemin de fer qui figurait dans le programme du concours ouvert par l'Administration. On ne pouvait donc y prendre part qu'en soumettant un projet combinant la plate-forme avec le chemin de fer électrique. C'est sur la base de cette combinaison, étudiée par M. Maréchal, qu'a été constituée la Compagnie des Transports Électriques de l'Exposition à qui a été rétrocédée la concession primitivement accordée à M. de Mocomble, définitive pour le chemin de fer et éventuelle pour la plate-forme, c'est-à-dire subordonnée aux résultats des essais auxquels il serait procédé. De là est née la nécessité de construire la plate-forme provisoire de Saint-Ouen. Dans sa construction, elle fusionne intimement l'idée primitive de M. Blot, l'entraînement par la poutre axiale de M. Guyenet et la suspension élastique de M. de Mocomble.

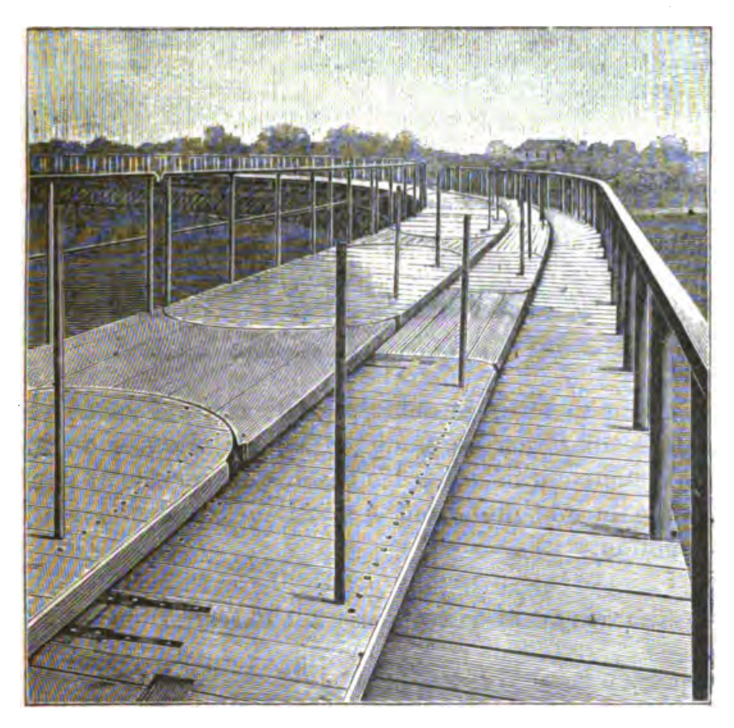
Description générale de la plate-forme de Saint-Ouen.

Cette plate-forme affecte la configuration d'une piste ovale d'un périmètre d'environ 400 *m*; elle présente dans son circuit des courbes de 40 *m* et des rampes de 3 *mm* reproduisant les dif-

ficultés qui doivent se rencontrer dans l'installation de la plate-forme de l'Exposition (pour les détails et les dimensions, voir la planche 213).

Comme à Chicago, la plate-forme consiste essentiellement en deux planchers mobiles et parallèles animés d'un mouvement de translation avec des vitesses doubles l'une de l'autre qui, dans les expériences, ont été respectivement de 4 et 8 *km*.

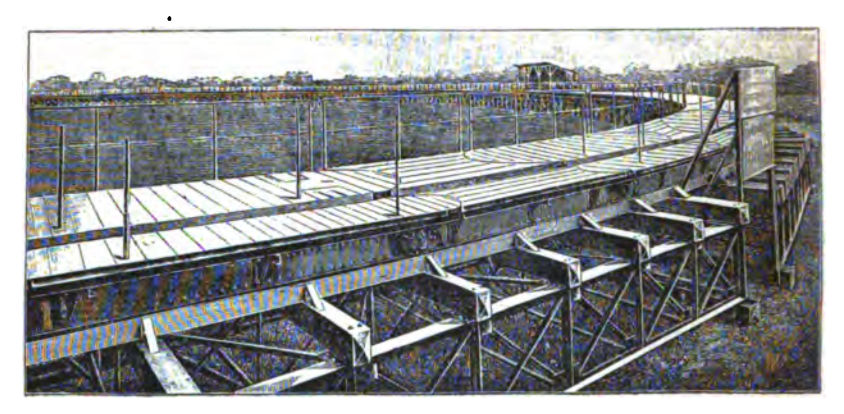
Ces deux planchers sont assujettis à des trucks articulés repo-



Vue perspective de la plate-forme de Saint-Ouen.

sant par l'intermédiaire de la poutre axiale sur des galets de friction mus électriquement. Ces trucks sont, de deux en deux, munis de deux paires de roues portées et guidées par des rails latéraux fixés à l'infrastructure, sorte de viaduc, qui maintient toute la plate-forme à une hauteur de 2,50 *m* environ au-dessus du sol. C'est dans les caissons métalliques composant cette infrastructure que sont logés et répartis au nombre de vingt-sept les treuils de suspension avec leurs dynamos moteurs, dans des conditions qui en permettent facilement la surveillance et la réparation.

Dans nos essais, ces dynamos recevaient les courants triphasés d'un alternateur placé à 600 *m* dans l'usine de la Société de la Transmission de la Force par l'Électricité. Malgré les avantages que les courants triphasés présentent pour la simplicité de la construction des dynamos, puisqu'ils suppriment l'inconvénient des balais, il est probable que nous reviendrons aux courants



Vue montrant l'infrastructure de la plate-forme de Saint-Ouen.

continus pour faciliter le démarrage de la plate-forme et avoir la faculté de diminuer ou d'augmenter les vitesses de translation de la plate-forme selon les besoins du service et le plus ou moins de goût que prendront les visiteurs à ce nouveau mode de locomotion.

Application de la plate-forme a l'Exposition de 1900.

C'est exactement d'après le modèle de Saint-Ouen que sera établie la plate-forme électrique à l'Exposition. Pour ne pas masquer la perspective des palais du Champ-de-Mars, en face de la tour Eiffel, le tracé primitif a été diminué. et le quadrilatère à angles arrondis qui constitue le tracé définitif, comprend la rue Fabert, se poursuit par l'avenue de la Motte-Piquet, traverse l'avenue de la Bourdonnais et revient le long du quai d'Orsay. Le plan annexé de l'Exposition montre en traits ponctués le tracé de la plate-forme, tandis que la ligne pleine indique le chemin de fer électrique qui suit le même parcours.

Le développement de la plate-forme atteindra près de 3400 *m* et le nombre des moteurs sera augmenté en proportion jusqu'à 150 environ. L'énergie électrique sera fournie par une usine cen-

trale et sans doute par celle que va construire la Compagnie de l'Ouest pour les besoins de la traction de ses trains sur le chemin de fer de Courcelles à l'Exposition.

La plate-forme mobile sera suspendue à une hauteur de 7 *m* environ au-dessus d'une ossature métallique supportée par des charpentes en bois ou palées assujetties au sol. Les voyageurs y auront accès sur une dizaine d'endroits constituant de véritables stations, à l'aide d'escaliers fixes pour la plupart et de deux planchers mobiles.

Comme le trottoir fixe régnera à l'extérieur sur tout le parcours, il sera possible aux visiteurs de s'arrêter pour contempler les curiosités qui s'offriront à leurs regards à l'Esplanade des Invalides, sur les bords de la Seine et dans la partie gauche du Champ-de-Mars.

Mais grâce à la plate-forme, ils auront surtout un moyen commode et agréable de se transporter d'un point à un autre de son circuit. Ils pourront circuler à l'aise sur la grande plate-forme, dont la largeur sera de 2 *m* comme celle de Saint-Ouen et qui sera garnie de sièges et de bancs à certains intervalles. Quant à la petite plate-forme dont la largeur est de 80 *cm* et pourra être portée à 90 *cm*, elle est destinée à servir seulement de marchepied mobile pour passer du trottoir fixe au plancher de la plate-forme à grande vitesse.

On peut avoir une idée de la capacité de transport de cet engin de locomotion par un simple calcul. Étant donnée la vitesse de 8 *km* et le parcours de 3 400 *m*, la plate-forme fera un tour en 25 minutes et demie; la vitesse par seconde sera de 2,2 *m*, et si l'on suppose quatre voyageurs par mètre courant, ce qui n'est pas excessif sur une largeur de 2 *m*, on voit que, par heure, il pourra passer en chaque point environ 32 000 personnes, et cela en admettant qu'elles fassent un tour complet. Mais sur le parcours des 3 400 *m*, on peut très bien supposer que les visiteurs ne feront que 2 à 2 1/2 *km*, laissant libres les places supplémentaires dans la proportion de 40 à 30 0/0.

Il en résulte que la plate-forme pourrait facilement véhiculer 50 000 personnes. Et même si un jour d'affluence exceptionnelle, et dans un moment de presse, les visiteurs sont massés à raison de cinq par mètre courant, on arrive à 60 000 voyageurs par heure. Il n'y a pas de système de tramway ni de chemin de fer qui pourrait être comparé à la locomotion par entraînement pour donner un pareil rendement.

Mais au point de vue particulier du voyageur, quels avantages ne procurera pas ce nouveau moyen de locomotion par entraînement ! Tout d'abord il est toujours sûr de trouver de la place, sans être à la discrétion d'un cocher ou d'un conducteur ; il peut s'engager sur la chaussée mobile ou la quitter à sa volonté à l'endroit choisi. Sur la plate-forme, il reste maître de tous ses mouvements, pouvant rester debout ou s'asseoir ou bien circuler dans un sens ou dans l'autre, selon qu'il veut arriver plus vite à sa destination ou ralentir son déplacement pour mieux examiner le paysage ou les maisons qui se déroulent sous ses yeux. Il offre l'illusion, pour les personnes qui sont en dehors, de patineurs glissant sur la glace et il en éprouve en quelque sorte la jouissance.

Loin d'avoir la mine ennuyée qu'on remarque sur les voyageurs remorqués en voiture ou en chemin de fer, le promeneur, ou mieux le promené, a le visage souriant et gai d'un homme qui sent le prix de son indépendance. En un mot, une fois l'itinéraire admis, ce système offre ce qu'on peut appeler la liberté dans la locomotion.

COMPTE RENDU DE LA VISITE DE LA SOCIÉTÉ

AU CHANTIER

DU

PONT ALEXANDRE III

PAR

M. L. PÉRISSÉ

Le vendredi 17 février, répondant à l'aimable invitation qui avait été adressée à la Société des Ingénieurs civils par le Service des Ponts et Passerelles de la Seine à l'Exposition de 1900, près de 300 Membres de la Société se sont réunis à dix heures du matin sur la rive droite de la Seine, aux chantiers du pont Alexandre III.

Sous la conduite de M. J. Resal, Ingénieur en chef et celle de son compétent collaborateur M. A. Alby, Ingénieur des Ponts et Chaussées qui, lors des fêtes de notre Cinquantenaire, avait fait l'intéressante conférence sur le Pont Alexandre III dont nous avons tous gardé le souvenir, les Membres de la Société ont parcouru d'abord les chantiers de construction de la culée de rive droite : les pylônes de ce côté sont presque déjà arrivés à leur hauteur et les maçonneries inférieures sont achevées ; sur cette rive, comme sur la rive gauche, la culée a été disposée pour permettre le passage de la voie publique et des lignes de tramways, pendant et après l'Exposition.

S'engageant ensuite sur la passerelle de service, les visiteurs ont admiré la façon très élégante, dans sa simplicité, dont s'effectue le montage, grâce au pont roulant provisoire édifié par MM. Schneider et Cie, du Creusot, qui sont chargés de la mise en place de la partie métallique du pont (voir la figure).

Pendant le montage de deux arcs en acier voisins, le pont roulant repose sur deux palées intermédiaires battues en rivière, de façon à laisser un chenal central de 50 *m* d'ouverture à la navigation. Lorsque ces deux arcs en acier moulé sont complètement assemblés, on déplace la passerelle qui, à ce moment, a 120 *m* de portée, mais qui ne supporte alors que son poids mort et celui du tablier de montage de la partie centrale.

Les Membres de la Société ont admiré la grande facilité de manœuvre pour le transport et la mise en place des voussoirs des arcs et autres pièces métalliques ; ce transport s'effectue au moyen de chariots qui circulent sur deux chemins de roulement établis dans les contreventements de la passerelle, ces chariots étant actionnés mécaniquement par des treuils à vapeur disposés sur chaque rive au-dessus des points d'appui roulants de la passerelle.

Au cours de cette visite sur les arcs en montage, M. Resal nous a donné d'intéressantes explications sur la disposition des pièces du pont dont la hauteur a dû, vers le milieu de la portée, être réduite au minimum. Il s'agissait, en effet, d'abaisser le plus possible le plan de la chaussée pour satisfaire aux justes exigences de l'esthétique et de la perspective, tout en laissant à la navigation toute la hauteur nécessaire sous les arcs.

Du côté de la culée de rive gauche, des explications ont été données sur les procédés de réglage au moment de la pose : au moyen de fourrures en acier dont l'épaisseur varie suivant la température, on règle la position exacte du joint central appelé joint de réglage; puis, au moyen de vérins dynamométriques, on opère le décalage régulier des deux arcs qu'on vient de monter pendant que l'on prend ses dispositions pour passer au montage des deux arcs suivants.

Lors de notre visite, on achevait l'assemblage des cinquième et sixième arcs sur les quinze arcs en acier fondu qui supporteront l'ensemble du tablier, de sorte que le montage était arrivé environ à la moitié de la largeur du tablier.

Nous avons admiré également sur la culée de rive gauche, le dépôt des voussoirs en acier moulé prêts à être posés, et M. Resal a appelé notre attention sur la parfaite exécution de ces importants moulages; celle-ci fait le plus grand honneur à nos constructeurs, qui ont tenu à faire pour notre grande Exposition du siècle un travail encore plus parfait que celui exigé par le cahier des charges.

120m00 (suivant l'axe)

Entre articulations 107m500

Eaux ordinaires (27.000)

6.750

L. Courtier

6.750

1.870 3.880 10.000 10.000 3.000 50.000 3.000 10.000 10.000 3.880 1.870

11.500

11.500

Afin de compléter sa très intéressante conférence, M. Alby a bien voulu nous promettre de nous communiquer les principaux renseignements relatifs au montage de la partie métallique du pont, avec vues photographiques à l'appui, et c'est ce qui nous permettra de compléter plus tard ce rapide compte rendu par quelques indications techniques plus spéciales.

Nous sommes ici l'interprète de tous les visiteurs du 17 février, en assurant MM. Resal et Alby de notre vive gratitude pour leur aimable et intéressant accueil sur leurs chantiers et en leur adressant les sincères félicitations de la Société des Ingénieurs Civils pour la façon magistrale dont s'opère le montage du pont Alexandre III.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

M. GEORGES LOVE

PAR

A. RUBIN

Notre ancien Président, en 1868, vient de s'éteindre à l'âge de 80 ans et demi. Sorti de l'École Centrale en 1840, il entra, l'année suivante, dans le service de la construction du chemin de fer de Paris à Rouen, section de Mantes. Il passa, ensuite, au chemin d'Amiens à Boulogne avec le titre d'Ingénieur en chef des travaux. Nous possédons dans la Bibliothèque de la Société un beau plan de la ligne qu'il fit construire.

En 1848, M. Love entra à la Compagnie des Chemins de fer du Midi, comme Ingénieur en chef de la construction. Il y resta jusqu'en 1856. Pendant ces huit années, il dirigea les études et les travaux de cet important réseau. Il avait été appelé au Midi par MM. Isaac et Émile Péreire et par Eugène Flachat. On sait le rôle que les Ingénieurs Civils jouèrent, dans le début, à la Compagnie des Chemins de fer du Midi. M. Love aimait à rappeler qu'il avait eu un moment, alors, jusqu'à six Ingénieurs de l'État sous ses ordres.

Après avoir quitté le Midi, M. Love s'occupa pendant quelques années de diverses affaires : Études d'un chemin de fer de Lille à Strasbourg, études pour un port en eau profonde à Saint-Nazaire, enquête spéciale sur place au chemin de fer de Séville à Xérès. Entre temps, il avait été membre du Jury de l'Exposition universelle de 1855.

Il rentra dans les Chemins de fer en 1862 comme Ingénieur en chef et Directeur de la Compagnie des Charentes, où il resta jusqu'en 1873. Ce fut le premier Ingénieur civil qui eut la direction générale d'une compagnie de chemins de fer en France. C'est un fait à noter dans l'histoire de notre profession.

Depuis 1873, fatigué par trente trois années de vie aussi occupée, M. Love se retira des affaires, mais il ne cessa de travailler tant que ses forces le lui permirent. L'électricité l'attirait, au

point de vue théorique et pratique. Déjà, en 1868, dans son discours inaugural, comme Président de notre Société, il avait dit qu'il fallait bien se garder de croire qu'il n'y avait rien à faire du côté de l'emploi direct de l'électricité comme force motrice. Dans son repos relatif il s'intéressa toujours vivement à toutes ces questions. En 1880, il fut membre du Jury d'une section de l'Exposition d'électricité. En 1889, déjà affaibli par l'âge, il faisait construire un modèle de dynamo de son invention.

M. Love n'a pas laissé que ses travaux de constructeur de chemins de fer dans le souvenir des Ingénieurs. Il a laissé, aussi, un certain nombre d'ouvrages, (livres, mémoires, brochures), sur des sujets techniques, métaphysiques, et même politiques, dans lesquels se trouvent des faits à relever, des idées à retenir. Nous n'avons à parler ici que des ouvrages techniques, et les quelques mots que nous avons à en dire montreront la largeur de vue de notre ancien Président, et sa prescience sur certains sujets. La plupart de ces ouvrages se trouvent dans notre Bibliothèque.

Dans la *note sur la réforme des voitures de chemins de fer et le tarif des voyageurs*, note autographiée adressée en 1857 au Directeur général des Ponts-et-Chaussées et des Chemins de fer, M. de Franqueville. M. Love propose : l'admission des voyageurs de 2me classe dans les express, l'adoption de deux prix par classe, l'un, pour les express, l'autre, pour les omnibus, l'emploi de voitures à deux étages fermées en haut comme en bas. On trouve en France et à l'étranger l'application plus ou moins partielle de ces propositions, nouvelles alors.

L'*Essai sur l'identité des agents qui produisent le son, la chaleur, et l'électricité* est un livre mi-scientifique, mi-métaphysique, écrit en 1861, dans lequel se trouvent, à côté d'opinions discutables, des idées admises aujourd'hui par la plupart des physiciens.

Cet *essai* a eu pour suite, en quelque sorte, le mémoire présenté à notre Société par l'Auteur, en décembre 1882, et inséré dans le *Bulletin*, mémoire ayant pour titre : *Étude sur la constitution moléculaire des corps, sur les lois des volumes moléculaires, des chaleurs spécifiques et des dilatations, précédée d'une introduction sur la définition de la* Loi *et celle de la* Force.

Le livre ayant pour titre : *Des diverses résistances et autres propriétés de la fonte, du fer, et de l'acier, et de l'emploi de de ces métaux dans les constructions* a une véritable importance dans l'histoire de la Résistance des Matériaux. Sa première rédaction date de 1852.

Il date donc d'une époque où l'emploi du métal dans les constructions était encore fortement discuté.

Nous y relevons les principaux points suivants :

1° Tout d'abord nous reproduisons quelques lignes sur l'emploi futur de l'acier qui ont un véritable caractère prophétique :

« Le jour où l'on obtiendra de l'acier doux comme de la fonte » de seconde fusion, l'emploi du fer éprouvera un très grand » échec. Or la question de l'acier est trop travaillée aujourd'hui » pour que l'on ne puisse pas entretenir l'espoir d'arriver prochainement à ce résultat ».

Ceux qui comme nous, personnellement, ont eu à lutter pendant plus de vingt ans pour l'adoption de l'emploi de l'acier, et qui ont la satisfaction de constater que cet emploi est actuellement, pour ainsi dire, général, ceux-là sont heureux de retrouver ces lignes de M. Love, lesquelles ont été écrites avant l'invention de Bessemer;

2° Citons encore celles-ci au sujet des presses hydrauliques :

« La presse hydraulique étant le plus puissant des engins con- » nus, sera employée de plus en plus à mesure qu'on la perfec- » nera, tout en en réduisant le poids et le prix. »

Quarante-cinq ans après l'émission de cette opinion, nous voyons les presses employées dans les aciéries atteindre la puissance de 10 000 *t*;

3° Dans l'ouvrage que nous rappelons, M. Love propose l'emploi de l'acier moulé pour la fabrication de certaines pièces de forge difficiles, les finissant ensuite à l'étampe et au marteau-pilon ou à la presse. Des applications ont été faites de ce système;

4° L'auteur insiste fréquemment sur la préoccupation constante que doivent avoir les Ingénieurs de la recherche de l'économie, et sur les avantages que présentent la fonte, le fer ou l'acier sous ce rapport;

5° Enfin, M. Love termine son livre en demandant instamment aux Ingénieurs employant le métal, de multiplier les expériences de résistance. Il va jusqu'à donner une série de tableaux à remplir, tableaux à dix et quatorze colonnes où doivent être notés tous les détails relatifs à l'essai jusqu'à la composition chimique, jusqu'aux circonstances de la fabrication et jusqu'à l'aspect des cassures.

Cet ouvrage date, répétons-le, de 1852. Ceux qui, comme nous, exerçaient le contrôle dans les forges dix années plus tard, savent que les essais de fonte, de fer et d'acier, ne se faisaient

pas encore, généralement, avec cette rigueur jugée indispensable aujourd'hui par la plupart des Ingénieurs.

Les *Observations sur les prescriptions administratives réglant l'emploi des métaux dans les appareils et constructions intéressant la sécurité publique (1859)* et le *Mémoire sur la résistance des conduits intérieurs à fumée dans les chaudières des appareils à vapeur* montrent que l'auteur n'a pas cessé de se préoccuper des questions relatives à la résistance des matériaux, non seulement au point de vue expérimental, mais encore au point de vue mathématique.

On sait que, dans un mémoire publié dans notre bulletin de 1861 *Sur la loi de résistance des piliers d'acier pour servir au calcul des tiges de pistons, bielles, etc.*, M. Love a trouvé une formule donnant les dimensions des colonnes métalliques, formule restée classique. Il fut un apôtre du métal et, dès 1858, il faisait construire pour le Midi des plaques tournantes de 12 *m*, en tôle et fers spéciaux, ce qui était une hardiesse alors.

Après avoir parlé de l'œuvre de l'Ingénieur et de celle du savant, il nous reste à dire quelques mots de l'homme.

M. Love avait des idées absolument arrêtées, des principes dont il ne s'écartait pas. Cela put lui nuire quelquefois, mais ces idées, ces principes étaient la conséquence de réflexions suivies, d'études approfondies, et c'était pour lui une raison suffisante de se refuser à les abandonner.

Il aimait beaucoup la Société des Ingénieurs Civils. Il fut le promoteur de la souscription pour la première médaille d'or attribuée au meilleur mémoire publié dans l'année. L'École Centrale lui était chère; son Fils en sortit. M. Bobin a dit, dans le bulletin de mars 1891, ce qu'était ce Fils, très sympathique et très distingué jeune Ingénieur, que l'on savait désigné par son mérite à un avenir brillant. Sa mort porta au Père un coup qui eut de l'influence sur ses dernières années.

M. Love laisse une veuve qui, malgré de si cruelles épreuves, a eu la force de prodiguer à son mari, pendant longtemps, et jusqu'au dernier moment, les soins les plus tendres. Elle a été pour lui une compagne bien dévouée, et les amis de son mari, comme ceux de son Fils Henri, se joindront à nous pour lui adresser ici l'hommage de nos sentiments respectueux et affectueux.

CHRONIQUE

N° 230

Sommaire. — La fabrication des épingles et des aiguilles. — Emploi de wagons à marchandises de très grande capacité.—Production de la fonte dans l'Oural.— A propos du moteur Keely. — Unification des chaînes d'automobiles. — Un coffre-fort extraordinaire. — Le carbure de calcium et l'acétylène. — Installations électriques nouvelles de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest.

La fabrication des épingles et des aiguilles. — Le *Journal of the Society of Arts* contient un résumé d'une très intéressante étude de M. Frantz Bütgenbach sur l'origine et le développement de la fabrication des aiguilles et des épingles (1). Nous croyons devoir en donner ici la traduction.

On a peu de notions sur l'époque où on a commencé à se servir des épingles et des aiguilles sous leur forme primitive. Les plus anciennes aiguilles n'étaient pas percées à leur extrémité opposée à la pointe, et l'aiguille préhistorique n'était guère qu'une alêne qui servait à percer les trous dans les peaux formant les vêtements de l'homme avant l'introduction des tissus. Des filaments végétaux ou des lanières de cuir étaient passés à la main dans ces trous ; ce n'est que postérieurement qu'on eut l'idée d'attacher ce qui servait de fil à l'aiguille même pour l'introduire à la suite de celle-ci, et c'est de là que vint l'aiguille proprement dite. Dans les vestiges de l'Age de la Pierre, on a trouvé des fragments pointus de pierre portant un trou à l'extrémité opposée à la pointe ; il est évident que ces outils, qui ont quelquefois une forme courbe, servaient d'aiguilles dans ces temps reculés.

Dans les vestiges de l'Age do Bronze, on a trouvé des aiguilles plates avec une fente à l'opposé de la pointe, les deux branches de cette fente étant d'abord écartées, puis rapprochées plus loin et croisées à leur extrémité de manière à former une sorte d'œil ; les deux branches de la fourche sont quelquefois réunies par un rivet. On ne sait pas à quelle époque on fit pour la première fois un trou en perçant le corps de l'aiguille, opération assez malaisée à exécuter sur une tige cylindrique de fer ou d'acier ; aussi, plus tard, aplatit-on l'extrémité de l'aiguille pour plus de facilité. On n'a point de spécimen de ces aiguilles primitives, parce que le fer n'a pu résister à l'action des influences atmosphériques, tandis que les épingles primitives qui étaient en bronze ou métaux précieux, sont parvenues jusqu'à nous. Le vrai type de l'aiguille à coudre chez les Grecs et les Romains avait déjà une pointe à une extrémité et un trou à l'autre, ce qui est demeuré sans changement

(1) Cet ouvrage intitulé : *Die Nadel und ihre Entstehung, eine technologische Skizze*, par Frantz Bütgenbach, est édité par Ignaz Schweitzer, à Aix-la-Chapelle.

jusqu'à l'époque récente où, pour les machines à coudre, on a fait des aiguilles avec l'œil près de la pointe.

Si on ne connait pas bien exactement l'époque où l'aiguille proprement dite fit son apparition, pas plus du reste que sa forme exacte, on sait parfaitement que cet instrument domestique était d'un emploi courant dès les temps anciens. On trouve dans l'Odyssée des détails circonstanciés sur le manteau tissé et brodé par Pénélope pour son mari partant pour la Guerre de Troie. Ce n'étaient pas seulement les femmes qui se servaient de l'aiguille à cette époque, il y avait des brodeurs, et il est probable que ces artistes (car le travail à l'aiguille rentrait dans les beaux-arts) faisaient eux-mêmes leurs outils, comme les peintres, il y a un siècle ou deux, faisaient leurs brosses et préparaient leurs couleurs.

Ce n'est qu'en 1785 qu'on employa pour la première fois un procédé mécanique pour produire deux aiguilles d'une seule tige. Auparavant, les aiguilles, avant d'être entièrement achevées, passaient par un grand nombre d'opérations manuelles et mécaniques, et c'est seulement vers 1870 que l'aiguille a pu être faite presque entièrement par des procédés mécaniques, et elle ne l'a été entièrement que depuis une quinzaine d'années.

Après Sheffield, Aix-la-Chapelle a été la localité la plus renommée pour la fabrication des aiguilles dans les deux derniers siècles: c'est dans cette ville qu'ont été inaugurées les premières dispositions mécaniques relatives à cette industrie. Avant l'invention et le perfectionnement de la machine à faire les pointes, un ouvrier habile pouvait faire les pointes de 25 000 aiguilles en 10 heures de travail, une seule machine exécute actuellement cette opération sur 300 000 aiguilles avec beaucoup plus de précision, dans le même temps et avec le concours d'un seul ouvrier.

La fabrication des aiguilles est aujourd'hui concentrée entre l'Angleterre, les Etat-Unis et l'Allemagne ; dans ce dernier pays, à Aix-la-Chapelle qui est de beaucoup le centre le plus important, à Iserlohn, à Altona, Schwabach, Chemnitz et Ichtershausen. Si on ne fait pas d'aiguilles en France (1), on y fabrique une énorme quantité d'épingles, quelque chose comme dix milliards et, comme la consommation dépasse, paraît-il, dix millions par jour, il reste une large part à l'importation de cet article d'économie domestique.

Il y a au moins 250 espèces d'aiguilles à coudre, sans compter les aiguilles à broder et à emballer, relier, faire les voiles, tricoter, larder (pour la cuisine), et divers autres objets qui ne rentrent pas dans le but primitif.

L'épingle a encore plus de variétés que l'aiguille, car elle est beaucoup plus employée, ayant des usages encore plus multiples. Elle doit être plus ancienne que l'aiguille ; elle a dû servir à attacher ensemble les peaux qui servaient de vêtement à l'homme avant que celui-ci eût eu l'idée de les coudre ensemble. On trouve des spécimens d'épingles travaillées avec art dans les restes des civilisations égyptienne et grec-

(1) On en fabrique peu, mais il est exagéré de dire qu'on n'en fabrique pas.

que, et les Romains se servaient, sous le nom de *fibulæ*, d'épingles de forme complexe qu'on peut considérer comme l'origine de la broche moderne. Toutefois les épingles ordinaires, avec tête et tige appointie étaient très en usage dans l'antiquité, et la trace de cet emploi et de l'estime dans laquelle était tenu cet objet de toilette se retrouve dans beaucoup de langues sous forme de proverbes, dictons, etc.

On se sert de fils de nature différente pour faire les aiguilles et les épingles, car, si les premières doivent avoir de la rigidité et en même temps une certaine élasticité, et pouvoir prendre un grand degré de poli, les conditions auxquelles doit satisfaire l'épingle ne sont plus les mêmes ; elle doit bien avoir aussi une certaine raideur, mais elle doit aussi pouvoir se plier sans se rompre, et il ne faut pas qu'elle soit trop lisse, car alors elle ne tiendrait plus en place. Il y a une centaine d'années, l'épingle d'acier était très peu employée ; aujourd'hui cette épingle a été assez perfectionnée pour être devenue d'un usage général.

On coupe les fils d'acier comme pour la fabrication des aiguilles : c'est sur une longueur correspondant à deux épingles, et on les coupe en deux pour faire les têtes ; l'extrémité de la tête doit être préalablement recuite. Cette opération assez délicate se fait au moyen d'une machine à action automatique qui présente successivement chaque tête à une petite flamme de gaz ; on peut ainsi avec une seule machine recuire 150 000 épingles par jour, et une seule personne peut conduire 5 ou 6 de ces machines.

Les petites épingles de fer ou de laiton peuvent avoir la tête faite par refoulement de la matière, comme on fait la tête d'un rivet ; mais pour les grosseurs supérieures, les têtes sont préparées d'avance par l'enroulement sur deux tours et demi d'un fil métallique. Un ouvrier peut faire par jour 500 000 têtes. Avant 1835, on posait séparément et à la main la tête de chaque épingle, tandis qu'actuellement on met par des procédés mécaniques les têtes de 5 à 6 000 épingles dans une journée de 10 heures.

La fabrication des épingles à tête émaillée est une industrie spéciale à Aix-la-Chapelle où on a eu la première idée de mettre à des épingles d'acier des têtes de verre ou d'émail. Un manufacturier de cette ville, cherchant le moyen d'utiliser des aiguilles gâtées en cours de fabrication, après avoir visité quelques fabriques de perles de verre à Venise, imagina de fixer une perle à l'extrémité de ces aiguilles de rebut pour en faire des épingles. Ce ne fut toutefois qu'après de longs tâtonnements qu'il réussit à faire adhérer suffisamment l'émail à la tige, et à trouver une composition de verre convenable pour les usages auxquels une épingle doit se prêter.

L'épingle d'acier eut quelque difficulté à se faire adopter d'une manière générale, surtout parce qu'à cause de son poli, elle se détachait aisément ; de plus, faute de flexibilité suffisante, elle se brisait fréquemment à l'origine. Mais depuis une trentaine d'années, la consommation des épingles d'acier a énormément augmenté ; ainsi, une fabrique d'Aix-la-Chapelle a trouvé nécessaire de créer une usine spéciale pour la fabrication du verre pour les têtes, et cette usine produit par jour une demi-tonne d'émail pour cet objet, quantité dont elle consomme elle-même

les deux tiers. Si on considère que la confection d'une tête d'épingle nécessite en moyenne deux décigrammes d'émail, on peut se faire une idée de l'énorme quantité d'épingles qui correspond à l'emploi journalier de 500 *kg* de cette matière.

(A suivre.)

Emploi de wagons à marchandises de très grande capacité. — La tendance à l'emploi de wagons de très grande capacité pour le transport des marchandises en masses considérables, telles que la houille et le minerai, a amené l'usage aux Etat-Unis de wagons en acier de capacité exceptionnelle.

Nous trouvons dans l'*Engineering News* la description de véhicules de ce genre accompagnée de considérations qu'il nous a paru intéressant de reproduire.

On avait déjà construit des wagons en bois de 27 000, 32 000 et même 36 000 *kg* de capacité et cette dernière paraît être le maximum de ce qu'on peut obtenir de ce genre de construction en pratique même avec l'emploi de consolidations métalliques. Au delà, on a dû recourir à une construction entièrement en acier, et on a réalisé des wagons du port de 45 et 50 000 *kg* pour le transport des charbons et des minerais. C'est un de ces derniers qui va être décrit plus loin. On a cherché à réduire aux dernières limites le poids mort par rapport à la charge utile par l'emploi de dispositions judicieuses et l'élimination de toute partie non rigoureusement nécessaire. Le prix de ces véhicules est un peu plus élevé, mais le coût par tonne de charge n'est pas supérieur à celui des wagons en bois du plus grand modèle, et il est supérieur à celui des wagons de ce genre de moindre capacité, soit 25 à 30 *t*. On n'a pas encore de don nées exactes sur la durée des nouveaux wagons en acier, mais les constructeurs estiment l'entretien à 100 *f* par an pour une durée de 30 ans, alors que les wagons en bois de 27 tonnes coûtaient 200 *f* par an pour une durée de 15 ans. Sur ces bases et en admettant une dépense d'acquisition de 4 050 et 2 625 *f* respectivement, avec l'intérêt à 6 0/0, la dépense pour 30 ans sera de 14 340 *f* pour le wagon en acier et de 15 975 *f* pour deux wagons en bois, soit une différence de 1 635 *f*. On doit admettre en outre que le wagon en acier une fois usé aura plus de valeur comme vieilles matières que les wagons en bois.

L'augmentation de charge qu'auront à supporter les roues exigera un léger accroissement des dimensions des essieux et quelques améliorations dans la voie, mais la première est déjà comptée dans le prix des véhicule, et on trouvera une large compensation dans les dépenses rela tives à la voie dans la réduction des prix de transport, par l'augmentation de la charge payante par rapport au poids mort.

Un autre avantage dans l'emploi des wagons en acier est, qu'à capacité égale, ils sont moins longs que les wagons en bois et que la charge utile est notablement plus grande pour une même longueur de train. Ainsi, un train portant 1 350 *t* de charge payante devra être composé de 30 wagons de 45 *t* de port ayant chacun 9,75 *m* de longueur hors tampons, de 37 wagons de 37 *t* et de 11,75 *m* de longueur et enfin de 50 wagons de 27 tonnes de charge et de 11,15 *m* de longueur.

Les trois trains ont ainsi des longueurs respectives de 292,50, 434,75 et 357,50 *m*.

Lorsque le trafic est très intense et que les gares ont un service très chargé, cette différence est importante, surtout lorsque la disposition locale ne permet pas d'extensions. Aussi, ne semble-t-il pas improbable que lès wagons en acier de grande capacité, à cause de leurs avantages évidents, arrivent à être employés aussi pour le service général des marchandises.

Le journal américain donne la description d'un wagon en acier à double trémie de 45 000 *kg* de capacité, construit pour le Pittsburg, Bessemer and Lake Erie R. R. Le principal trafic de cette ligne consiste à transporter du charbon des mines de Pensylvanie aux ports des lacs et du minerai de fer de ces ports aux districts métallurgiques de Pittsburg. Cette ligne a été construite et équipée en vue d'une exploitation économique. On s'est attaché à réduire le taux des déclivités, la voie a été établie avec des rails de 50 *kg* le mètre courant, et la traction se fait avec d'énormes locomotives Mogul pouvant remorquer 30 de ces wagons de 45 *t*. Un train de ce genre pèse 1 810 *t* métriques dont 1 350 ou 75 0/0 de charge payante.

Les wagons dont il s'agit ont une longueur totale de caisse de 9 *m* à l'extérieur et une largeur de 2,98 *m* également à l'extérieur. La hauteur du plancher au-dessus du rail est de 1,067 *m* et la hauteur totale de 2,67 *m*. La profondeur de la caisse est de 0,40 *m* aux extrémités, de 0,94 *m* au milieu et 2,40 *m* au fond des trémies. Ces trémies ont une inclinaison de 30° dans leur grande longueur partant des extrémités de la caisse et de 60° dans le petit côté allant vers le milieu de la caisse. Elles sont fermées par quatre portes de 0,72 *m* de longueur et 1,05 *m* de largeur dans le sens transversal à la voie. Ces portes sont retenues par des tringles au lieu de chaînes, de manière à être toujours commandées effectivement dans un sens ou dans l'autre.

La carcasse est faite en pièces d'acier embouties à la presse de manière à leur donner des formes assurant la rigidité avec une faible section. Les parois en tôle d'acier sont raidies par des barres verticales dont l'espacement varie de 0,61 *m* à 0,91 *m*.

Le wagon est porté sur deux bogies à roues de 0,84 *m* de diamètre ; les fusées des essieux ont 0,127 × 0,228 *m*. Les essieux de chaque bogie sont distants de 1,70 *m* et les axes des bogies sont écartés de 6,02 *m*.

Les wagons sont munis du frein à air comprimé Westinghouse et d'un frein à main pouvant être manœuvré des deux extrémités d'une petite plate-forme établie à cet effet et dont le plancher est la seule partie en bois qui existe dans la construction. Les châssis des bogies sont en acier embouti à la presse, genre de construction très employé déjà pour les wagons à marchandises.

Les wagons dont nous nous occupons ici ont une tare de 15 400 *kg* ; avec une charge utile de 100 000 livres, ou 45 300 *kg*, ils pèsent ainsi 60 700 *kg*, ce qui donne une charge par essieu de 15 200 *kg* et un poids mort de 340 *kg* par 1 000 *kg* de charge utile. Le prix est d'environ 4200 *f*.

Le tableau ci-dessous donne les éléments comparatifs de divers wagons à marchandises.

	PITTSBURG, BESSEMER AND LAKE ERIÉ R. R.	ILLINOIS-CENTRAL R. R.	LIGNES DE PENSYLVANIE	LAKE SUPERIOR and ISHPEWING R. R.
Nature de la construction. .	Acier.	Bois.	Bois.	Bois.
Capacité en kilogrammes . .	45 300	36 250	32 000	27 200
Poids à vide.	5 400	14 300	15 850	11 800
— en charge	60 700	50 550	47 850	39 000
Proportion de la charge payante	74,6	71,7	66,7	69,8
— du poids mort. .	25,4	28,3	33,3	30,2
Poids par 1 000 *kg* de capacité.	340	400	500	440
Charge par essieu.	15 210	12 650	11 900	9 750
Dimensions des fusées. . . .	127 × 228	127 × 228	115 × 203	102 × 203
Longueur totale	9	11	9,15	10,40
Écartement des essieux extrêmes	7,78	9,50	7,63	9
Prix approximatif	4 200	—	2 950	2 750
— par 1 000 *kg* de capacité.	94	—	92	100

Le Pittsburg, Bessemer and Lake Erie R. R. possède 1 000 wagons de ce modèle construits par la Schoen Pressed Steel Company, de Pittsburg. Cette Société en a construit également pour d'autres lignes, notamment celles de Pensylvanie. Ces derniers peuvent porter 50 000 *kg* de minerai et 47 000 *kg* de charbon. Elle a fait aussi des wagons pour le Lake Superior and Ishpewing R. R. qui, pour 45 000 *kg* de charge utile, ne pèsent que 11 800 *kg*, soit 262 *kg* seulement par 1 000 *kg* de capacité.

Production de la fonte dans l'Oural. — Notre Collègue, M. L. Journolleau, a bien voulu nous adresser le résumé suivant de documents donnés dans la *Revue Minière de l'Oural.*

Dans les dix dernières années, la production de la fonte dans l'Oural est représentée en tonnes métriques par les chiffres ci-après :

1889. . .	405 000	1894. . .	536 000
1890. . .	454 000	1895. . .	546 000
1891. . .	490 000	1896. . .	580 000
1892. . .	501 000	1897. . .	669 000
1893. . .	508 000	1898. . .	722 000

On voit par l'inspection de ce tableau que depuis dix ans la production a considérablement augmenté, car elle a exactement augmenté dans le rapport de 100 à 178 ; l'augmentation de 1898, par rapport à l'année précédente, a été de 100 à 108.

Pendant l'année 1898, on a commencé la construction des usines métallurgiques suivantes : 1° Hauts fourneaux de la Vichera, dans le dictrict de Tcherdyne, Nord-Volga ; 2° Hauts fourneaux d'Aktchinsk, dans la même région, édifiés par la même Société française ; 3° Hauts fourneaux de la gare d'Acha, sur la ligne de Samara à Zlatooust, édifiés par MM. Balacheff, les propriétaires des usines de Simsk ; 4° Hauts

fourneaux de Lemezza, gouvernement d'Oufa, édifiés par la Société française de l'Oural-Volga ; 5° Hauts fourneaux d'Arkangel, élevés sur l'emplacement de l'ancienne usine à cuivre de l'État, dans le même gouvernement, par la Société minière d'Oufa, récemment constituée, district de Sterlitamak.

On est généralement d'avis que ces usines, ajoutées à celles d'Avziano-Petrovsk (Oural-Volga), de Kizeloff et de Kamensk, qui ont été mises en route én 1898, donneront à la production de la fonte dans l'Oural une plus-value de 130 000 *t* par an, ce qui permet de compter dès à présent sur une production annuelle minimum de 850 000 *t* pour la région de l'Oural.

On voit que la situation de l'industrie métallurgique est très satisfaisante dans l'Oural ; elle le serait encore davantage, si cette industrie ne se trouvait considérablement gênée dans son développement par l'absence de voies secondaires de communication, question des plus urgentes et qui n'a pas encore reçu de solution.

M. Journolleau a visité dernièrement toute cette région et fournirait volontiers à ceux de nos Collègues que la question pourrait intéresser des renseignements plus détaillés à ce sujet.

A propos du moteur Keely. — D'après les journaux américains, le mystère du soi-disant moteur Keely serait enfin éclairci. Des visites minutieuses faites après la mort de l'inventeur dans son laboratoire par des experts ont fait découvrir le véritable agent moteur. Une fois les divers appareils enlevés, on a constaté sur le plancher la présence de trappes et de bouts de tubes qu'on avait pris d'abord pour des fils ; on a reconnu également l'existence, dans un caveau, d'un réservoir sphérique en métal ; il semble donc que c'était l'air comprimé qui servait à mettre en mouvement les diverses machines exhibées par l'inventeur.

On propose, pour éviter le retour de semblables exploitations de la crédulité publique, de conserver l'ensemble de ces appareils dans un musée où ils seront exposés d'une manière permanente et rappelleront le souvenir de cette immense mystification.

Il y a d'ailleurs des précédents, car nous trouvons dans un numéro du *Philadelphia Manufacturer*, dont nous devons communication à l obligeance de notre Collègue, M. L. Périssé, au cours d'un intéressant article sur les curiosités techniques conservées à l'Institut de Franklin, qu'il existe parmi elles un modèle de mouvement perpétuel présentant un intérêt spécial.

Ce modèle est celui du moteur de Charles H. Redheffer qui fit grand bruit au commencement de ce siècle et qui devait faire la fortune et la gloire de l'inventeur si sa carrière n'avait pas été arrêtée trop tôt. Cet appareil consistait en un pavillon supporté par quatre colonnes surmontées de boules. A l'intérieur des colonnes était un plateau circulaire horizontal dont la circonférence dentée engrenait avec un pignon porté par un arbre vertical. Sur ce plateau étaient disposés deux plans inclinés sur lesquels étaient placées des masses pesantes reliées ensemble de telle manière que si l'une descendait le long de son plan incliné, l'autre remontait le sien ; c'était, d'après l'inventeur, la descente verticale de ces

masses qui produisait, par l'action du plan incliné, le déplacement circulaire du plateau et, en même temps, l'ascension de l'autre masse, ce qui constituait le mouvement perpétuel.

L'appareil fonctionnait à merveille, à l'admiration de milliers de spectateurs qui déclaraient la question entièrement résolue. L'enthousiasme devint tel que la Législature de Pensylvanie s'occupa de la question et pensa que le bénéfice d'une telle découverte ne devait pas être laissé comme monopole entre les mains d'un seul individu et qu'il fallait en faire profiter tous les citoyens de l'État. Une commission d'experts fut chargée en 1812 d'examiner la question de l'achat de l'invention. Ces experts, dont faisait partie Isaïe Lukens, s'aperçurent immédiatement que le mouvement devait provenir d'une source extérieure à l'appareil, mais on ne pouvait trouver quel était le mode de communication de cette source avec la machine. Enfin, on remarqua que le préposé à la surveillance de l'appareil dévissait tous les matins les pommes qui surmontaient les colonnes pour les polir plus facilement. Un examen attentif fit reconnaître que dans une de ces colonnes se trouvait dissimulé un mécanisme d'horlogerie qu'on remontait en vissant sur la colonne la pomme correspondante.

Lukens fit un modèle représentant le mécanisme qui faisait mouvoir l'appareil à l'appui du rapport que la commission adressa à la Législature, rapport dont on devine les conclusions et la conséquence, et c'est ce modèle qui est conservé dans les collections de l'Institut de Franklin. Il est à regretter que les trop nombreux souscripteurs du capital enfoui dans l'affaire du moteur Keely n'aient pas fait une visite préalable au modèle dont nous parlons, mais peut-être cette visite n'eût-elle pas eu raison de leur enthousiasme.

Unification des chaînes d'automobiles. — La chaine de transmission est un organe important des voitures automobiles, et la diversité presque infinie des types de ces chaines, présente des inconvénients réels, tant au point de vue des frais de fabrication qu'à celui des rechanges. Aussi, frappé de cette situation, le Touring-Club a-t-il chargé une commission spéciale d'étudier la question d'unification et de déterminer les dimensions d'une série normale de chaines pouvant convenir à presque toutes les applications dans les voitures automobiles. Cette commission, présidée par M. Marcel Deprez, est composée de membres de l'Institut, d'ingénieurs, de constructeurs, etc.

La commission, dans un rapport pour ainsi dire provisoire, fait d'abord observer que les règles à proposer pour asseoir un système uniforme de chaines doivent être établies en partant des usages auxquels les chaines sont destinées. On doit pouvoir remplacer sans tâtonnements une chaine avariée par une autre. Il faut donc d'abord tracer une sorte de gabarit.

Les éléments à considérer pour une chaine se réduisent à trois : le pas, la largeur intérieure du vide et la longueur des parties pleines. On doit en outre fixer, pour que les règles soient absolument précises. le diamètre des rouleaux des chaines à doubles rouleaux. On doit, en revanche, laisser au constructeur le soin de déterminer les autres

dimensions qu'on ne peut fixer d'avance parce qu'elles dépendent d'influences variables, telles que la nature du métal, le mode de construction, etc.

Les chaînes à unifier peuvent appartenir à deux catégories, les chaines à simples rouleaux et les chaines à doubles rouleaux ou à blocs, les blocs prenant la place des paires de rouleau jumelés. Dans les premières, le plein est égal au diamètre du rouleau ; dans les secondes, le plein est égal au double de diamètre des rouleaux, augmenté du jeu ménagé entre les deux rouleaux jumelés, jeu qu'on peut fixer à 2 *mm*.

Le tableau suivant résume les propositions de la Commission :

Chaînes à simples rouleaux.			*Chaînes à doubles rouleaux et à blocs.*		
Pas.	Largeur.	Plein.	Pas.	Largeur.	Plein.
—	—	—	—	—	—
25 *mm*	13 *mm*	11 *mm*	35 *mm*	20 *mm*	24 *mm*
30	15	13	40	20	28
35	20	16	45	20	32
40	20	18	50	20	36
50	25	22	60	25	42
60	30	27	70	30	48
75	35	33	85	35	60
»	»	»	100	40	70

Ce rapport contient, comme annexes, diverses pièces émanant d'ingenieurs et de constructeurs et contenant des observations intéressantes relatives à la question, et dont quelques-unes peuvent être de nature à modifier dans une certaine mesure les propositions de la Commission et à être utilisées dans la rédaction du rapport définitif.

Un coffre-fort extraordinaire. — Nous avons donné dans la Chronique de septembre 1896 quelques renseignements sur les perfectionnements apportés aux États-Unis à la construction des coffres-forts pour les mettre à l'abri des attaques de plus en plus habiles des malfaiteurs. Voici quelques détails sur un coffre-fort ou plutôt chambre-forte établie pour l'Union Trust Cy de Pittsburg et dans laquelle on a employé de véritables plaques de blindage fournies par la Compagnie Carnegie.

L'intérieur de la chambre a 5.64 × 5,03 *m* et 2,90 *m* de hauteur. L'enveloppe est formée de 11 plaques d'acier au nickel forgé et durci à la surface. L'ensemble de ces 11 plaques ne pèse pas moins de 180 000 *kg*.

La plaque qui forme ce qu'on peut appeler la façade a 7,10 × 3,45 *m* et 0,203 *m* d'épaisseur ; elle pèse 20 900 *kg* ; elle est doublée d'une plaque d'acier laminé de 6,76 × 3,10 *m* de 0,165 *m* d'épaisseur, pesant 17 300 *kg*. L'épaisseur de cette façade est donc en tout de 0,368 *m*. Cette partie est percée d'une ouverture circulaire fermée par une porte également circulaire de 2,21 *m* de diamètre et de 0,216 *m* d'épaisseur pesant 7 000 *kg* en nombre rond, laquelle est doublée d'une autre plaque de 2,18 *m* de diamètre et de 76 *mm* d'épaisseur au centre et

152 *mm* à la périphérie, en acier coulé. Le poids total de cette porte atteint 10 400 *kg*.

Les deux plaques formant les côtés ont 6,30 × 3,35 *m* avec 0,152 *m* d'épaisseur et pèsent 13 600 *kg* chacune; la plaque formant le fond de la chambre mesure 7,10 × 3,45 *m* avec une épaisseur de 0,152 *m* et pèse 20 400 *kg*. Enfin la partie supérieure est formée par deux plaques de 6,88 × 3,20 *m* avec la même épaisseur, pesant 18 600 *kg* chacune, et le bas est composé de deux plaques de 5,64 × 3,20 *m* et toujours 0,152 *m* d'épaisseur dont le poids est pour chacune de 19 150 *kg*.

L'assemblage de ces plaques s'opère d'après la patente Hollar-Kennedy; il n'y a pas de boulons d'attache, le bord des plaques est raboté de manière à former des languettes en acier qui s'engagent dans des feuillures de même forme pratiquées dans les plaques voisines, de manière à empêcher tout déplacement dans un sens quelconque. Les plaques de fondation reposent sur un fort massif de maçonnerie.

La porte forme avec la façade un joint étanche à l'air et aux gaz; elle est fixée par 27 verrous placés suivant des rayons. Le mécanisme d'ouverture est contrôlé par trois serrures à horloge.

Le carbure de calcium et l'acétylène. — Un important mémoire de M. H. Fowler, inséré dans les *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, vol. CXXXIV (1897-98), page 1, traite très complètement la question de l'acétylène, de sa production, des dangers à éviter dans sa fabrication et son emploi, de ses applications, etc.

Nous en extrayons quelques passages :

« Un certain nombre d'accidents survenus depuis deux ans en Angleterre et qui ont fait des victimes ont amené le Board of Trade à envisager la convenance de placer les appareils produisant l'acétylène sous une pression supérieure à quelques pouces d'eau sous le régime de l'Acte relatif aux explosifs. ».

Au point de vue de la question commerciale de l'emploi de l'acétylène, on peut dire ceci : Si on admet que le carbure de calcium coûte 400 *f* la tonne et qu'il produise 11 000 pieds cubes d'acétylène par tonne anglaise, ce qui correspond très sensiblement à 300 *l* par kilog., le mètre cube coûtera 1,33 *f*, rien que pour la matière première, sans compter la main-d'œuvre, l'entretien et la dépréciation des appareils, etc. On peut admettre le prix de 1,50 *f* en nombre rond pour le prix du mètre cube au gazomètre.

Dans ces conditions, à lumière égale, l'éclairage à l'acétylène n'est pas plus cher que l'éclairage au gaz de houille coûtant environ 11 centimes le mètre cube, employé avec des brûleurs donnant au moins 31 bougies. Avec des becs de 8,6 bougies, l'éclairage à l'acétylène est deux fois plus cher que l'éclairage au gaz de houille. Mais toutefois le premier peut trouver des applications avantageuses, par exemple dans des maisons de campagne, lorsqu'on ne peut pas se procurer du gaz et qu'il y a des objections à l'emploi du pétrole.

L'acétylène a été proposé pour l'enrichissement du gaz de houille, mais l'addition de 1 0/0 d'acétylène n'augmente le pouvoir éclairant que de une bougie, et actuellement le prix est trop élevé pour permettre à

l'acétylène de lutter pour cet usage avec les autres substances employées pour enrichir le gaz.

Un mélange de gaz Pintsch avec de l'acétylène est explosif sous l'influence d'une élévation de température si la proportion d'acétylène atteint 75 0/0. Avec du carbure de calcium ne coûtant pas plus de 400 *f* la tonne, un mélange de 30 à 40 0/0 d'acétylène avec le gaz Pintsch peut être avantageusement employé pour l'éclairage des voitures de chemins de fer. En Allemagne on se sert actuellement pour cet usage de gaz d'huile additionné de 25 0/0 d'acétylène.

Installations électriques nouvelles de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — *Notre collègue M. G. Baignères a eu l'obligeance de rédiger pour la Chronique la note suivante qui nous paraît présenter un grand intérêt d'actualité.*

L'usine électrique que fait construire la Compagnie de l'Ouest entre la gare des Moulineaux et la Seine, est destinée dans le principe à fournir l'énergie nécessaire :

1° A la traction électrique sur la ligne Invalides-Versailles;

2° A la compression de l'air pour des locomotives à air comprimé;

3° A l'épuisement de l'eau dans la gare des Invalides et dans la grande tranchée qui s'étend jusque près de Javel;

4° A l'éclairage de la gare des Invalides et de ses annexes;

5° A l'éclairage de la gare du Champ-de-Mars et de toutes les stations comprises entre le Champ-de-Mars et Courcelles;

6° A la mise en action d'ascenseurs, de monte-charges, d'appareils de manutention, etc.

Cette usine recevra une série de groupes électrogènes composés chacun d'une machine motrice de 1 200 *ch* et d'un alternateur triphasé de 800 kilowatts sous 5 500 volts.

Des câbles souterrains à haut isolement serviront à transporter l'énergie :

1° Pour la traction électrique aux trois sous-stations électriques du Champ-de-Mars, de Meudon et de Viroflay;

2° Pour la compression de l'air, à la sous-station d'air des Invalides;

3° Pour les éclairages, épuisements et manutentions, soit isolément, soit par groupes, à des transformateurs spéciaux.

Les sous-stations électriques comporteront chacune une batterie de transformateurs statiques actionnant des convertisseurs rotatifs et transformant le courant alternatif à haute tension en courant continu à 550 volts. Un rail isolé placé latéralement à la voie, recevra ce courant à 550 volts qui sera transmis aux locomoteurs par des frotteurs à ressort.

Les trois sous-stations seront respectivement aux distances suivantes : des Invalides à la sous-station du Champ-de-Mars, 2,2 *km* environ; de la sous-station du Champ-de-Mars à celle de Meudon, 2,1 *km* environ; de celle de Meudon à celle de Viroflay, 6,7 *km* environ; de la sous-station de Viroflay à Versailles R. G., 3,4 *km* environ.

La sous-station d'air des Invalides comportera des moteurs électriques

à haute tension actionnant des compresseurs qui fourniront de l'air à 80 *kg* pour le chargement de locomotives à air comprimé.

Des sous-stations accessoires de transformation fourniront le courant nécessaire pour les manutentions des gares, pour les diverses pompes d'épuisement échelonnées depuis les Invalides jusque près de Javel et pour les postes d'éclairage dont les principaux seront établis aux Invalides et au Champ-de-Mars; des postes secondaires alimenteront les stations comprises entre le Champ-de-Mars et Courcelles.

La traction sera assurée par des locomoteurs pouvant remorquer des trains de 120 *t* à la vitesse de 50 *km* sur la rampe maximum de 10 *mm* par mètre; à la descente, la vitesse pourra atteindre 80 *km* à l'heure. Chaque locomoteur se composera d'une longue caisse à chaque extrémité de laquelle se trouvera un poste de manœuvre, le milieu de la caisse sera affecté à un fourgon destiné au service des bagages. Le tout sera supporté par deux bogies à deux essieux, et chacun des essieux sera actionné par un moteur.

La prise de courant comportera deux frotteurs à ressorts contrariés et chaque électromoteur sera muni de quatre de ces appareils, deux de chaque côté afin de permettre la prise de courant soit d'un côté, soit de l'autre, suivant les dispositions adoptées dans certaines parties des croisements.

Les locomoteurs seront en outre pourvus d'une pompe à air mue électriquement, qui fournira la quantité d'air sous pression nécessaire pour actionner le frein continu et le sifflet réglementaire.

Les manœuvres dans la gare des Invalides, le service de secours sous le grand tunnel, et la moitié du service de navette Invalides-Champ-de-Mars, etc., seront assurés par quatre locomotives à air comprimé montées sur deux bogies, chaque bogie étant moteur et à deux essieux accouplés. Sur ces bogies reposera une longue caisse contenant à chaque bout un poste de manœuvre, disposition qui permet d'éviter de tourner le véhicule aux extrémités du parcours; un fourgon divisé en deux parties servira aux besoins du service. Ces locomoteurs seront pourvus des organes voulus pour utiliser l'air dans le frein continu et dans le sifflet réglementaire.

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Janvier 1899

Rapport de M. Ed. Simon sur **les tissus mélangés soie et coton, teints en pièces,** de M. Sylvain Graissot, de Lyon.

M. Graissot a créé, dès 1869, sous le nom de Mossoul, un article façonné Jacquard, chaine coton, trame soie grège, destiné à remplacer, à un prix inférieur, l'étoffe anglaise tout soie, dite *Nagasaki*. Malgré de grandes difficultés et un début pénible, il a réussi à en faire un article d'une fabrication courante et très apprécié.

L'électrotechnie agricole en Allemagne (son avenir en France et dans nos colonies), par M. Paul Renard.

L'auteur examine d'abord les différents modes de production de l'énergie électrique, savoir: forces naturelles et forces artificielles; pour l'agriculture, ce sont les premières qu'on doit rechercher de préférence, lorsqu'il est possible. La note donne différents exemples d'installations hydrauliques ou à vent: et, dans les forces artificielles, d'installations par moteurs à pétrole, à gaz pauvre et à vapeur. On trouve des tableaux très intéressants donnant les frais pour des stations centrales actionnées par divers moteurs pour diverses forces que l'auteur exprime en poncelets, unité qu'il adopte, du reste, partout au lieu de l'expression universellement employée et comprise de tout le monde de chevaux-vapeur. Il étudie ensuite l'utilisation de l'énergie, comme force mécanique, principalement pour la mise en mouvement d'une série d'appareils propres à la culture et aux travaux extérieurs ou intérieurs de la ferme. Il décrit un très grand nombre de ces machines employées en Allemagne.

Sur **l'essai rapide des fumées** dans les foyers industriels, par M. H. Le Chatelier.

L'analyse des fumées est une opération assez délicate, et l'auteur a pensé qu'on pourrait arriver à un contrôle suffisant pour la conduite d'un four par un simple essai qualitatif, et si ces fumées ont une composition homogène, qu'il suffirait de reconnaître si elles renferment de l'oxygène libre ou de l'oxyde de carbone. Le premier peut se reconnaître par l'hydrosulfite de soude additionné d'un peu d'indigo. La présence de l'oxyde de carbone peut être révélée par divers procédés. Mais l'auteur a fini par arriver à conclure que le système le plus simple consistait à observer les changements de couleur du cuivre chauffé, lequel noircit dans les atmosphères oxydantes et reprend sa couleur rouge dans les

atmosphères réductrices. On fait passer les fumées dans un tube en verre contenant un tuyau en terre de pipe dont l'extrémité est enduite d'une mince couche d'oxyde de cuivre, ce tuyau étant chauffé à 300° environ par la flamme d'un bec de gaz. Le courant de fumée est déterminé par un aspirateur.

Sur **quelques propriétés de l'aluminium,** par Mr A. Ditte *(Comptes rendus de l'Académie).*

Sur **la température de cuisson du ciment de Portland,** par M. R. Féret.

Des expériences faites sur la demande de l'auteur par la Société des Ciments français de Boulogne-sur-Mer il résulterait que la température de cuisson du ciment de Portland est supérieure à la température de fusion de l'acier dur et correspond, à très peu près, à celle du fer; on pourrait donc l'estimer à environ 1 600°.

Fours tournants américains, pour la cuisson des ciments *(Engineering Record).*

Il y a un assez grand nombre de systèmes de ces fours; ils procurent une grande économie de temps et d'argent, mais ils dépensent beaucoup de combustible, tant parce qu'ils emploient un grand excès d'air que par la perte due au rayonnement d'une grande surface. Ils sont néanmoins très employés en Amérique.

Structure du fer et de l'acier, d'après M. J.-E. Stead, par M. H. Le Chatelier.

Ce travail est relatif à l'étude microscopique des grains du métal, étude opérée sur des surfaces polies et attaquées par des réactifs appropriés.

Etude sur **la constitution des alliages métalliques,** par M. Herschkowitsch *(Zeit. für physische Chemie).*

Ces études ont été faites avec la méthode de Laurie qui consiste à mesurer la différence de force électro-motrice entre une série d'alliages de composition variée et l'un des métaux pur qui entre dans la composition des alliages.

Lorsque la composition de l'alliage passe par une combinaisan définie, il se produit une variation brusque de la force électro-motrice. Ces études portent sur un certain nombre d'alliages pour la plupart desquels il n'a été reconnu aucune combinaison définie.

Recherches sur **l'état chimique des divers éléments contenus dans les produits sidérurgiques,** carbures doubles de fer et d'autres métaux, par MM. Ad. Carnot et Gontal *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences).*

Influence des armatures métalliques sur les propriétés des mortiers et bétons, par M. Considère (*Comptes-rendus de l'Académie des Sciences).*

Il n'est pas exact que, comme on l'admet souvent, le mortier et le béton

tendus se brisent avant que le fer ne travaille effectivement et que, par suite, la résistance des pièces armées résulte seulement du couple formé par la tension du fer et la réaction du béton comprimé. Il faut tenir compte du fait que l'allongement de flexion des matières n'est pas le même que l'allongement de traction simple ; il est beaucoup plus grand, ainsi que l'a constaté l'auteur, et cela dans le rapport moyen de 2,5 à 1. Il en résulte que la concordance des allongements du béton et du métal change complètement les conditions de résistance du béton armé. Un fait très important est celui-ci : le fer écroui et l'acier dur dont la limite d'élasticité est de 40 *kg* peuvent travailler jusqu'à cette limite sans que le béton ou le mortier se désagrègent. Ils sont donc susceptibles de communiquer aux pièces armées une résistance deux fois plus grande que le fer employé jusqu'ici dont la limite d'élasticité est inférieure à 20 *kg*.

Notes de mécanique. — On trouve dans ces notes une étude sur la manipulation des charbons à la mine de Calumet et Hecla, une autre sur la fabrication des barres et tubes par refoulement, d'après le procédé Dick, la description de la machine Reid à meuler les bagues de bielles d'accouplement pour locomotives et du manomètre enregistreur de Wolfe.

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

3e trimestre de 1898 (suite).

Résistance et élasticité des ciments Portland. — Expériences faites par le Service des phares et balises, par M. de Joly, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Ces expériences, effectuées au laboratoire d'essais physiques et mécaniques de l'École des Ponts et Chaussées, portent sur l'étude des déformations du ciment Portland, soit en pâte pure, soit en mortier ou béton, la résistance aux efforts répétés du ciment en pâte pure ou en mortier, la résistance des scellements exécutés au ciment Portland et l'étude de la résistance et de l'élasticité du ciment armé dans le cas des efforts de traction. Cette dernière partie se termine par des considérations intéressantes relativement au rôle du métal dans les constructions en ciment armé.

Notes sur la construction du Pont Alexandre III, MM. Resal, Ingénieur en chef, et Alby, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Deuxième partie.

Cette partie décrit l'exécution des travaux préparatoires et la construction de la passerelle qui sert au montage des arcs du pont. Elle

donne avec les plus grands détails l'installation de cette passerelle, son lançage et les calculs d'établissement des poutres et de la partie flottante.

Jaugeages en Hongrie. — Procédés employés par le département hydrographique de Hongrie par M. J. Pech, Chef du Département hydrographique du Ministère de l'Agriculture hongrois.

Les jaugeages, c'est-à-dire la détermination des débits, présentent un grand intérêt pour la régularisation des cours d'eau et la prévision des crues; ces opérations se font sur une grande échelle en Hongrie où l'administration compétente a déjà opéré plus de 800 jaugeages sur le Danube, la Fisza et un certain nombre de cours d'eau tributaires de celle-ci.

Ces jaugeages sont faits par la méthode directe qui consiste à employer, selon les cas, le moulinet de Woltmann ou les flotteurs. La note décrit l'outillage spécial employé qui consiste en un pont flottant, le moulinet, le chronographe, le tacthymètre, et donne les détails sur l'exécution des opérations et l'enregistrement des jaugeages.

Nouveau procédé de jaugeage et son outillage, par M .Samuel Hajos, Ingénieur en chef royal hongrois.

Cette note a pour objet de décrire un nouveau procédé de jaugeage par la méthode dite détaillée, qui réunit les avantages des méthodes par points déterminés et intégrants, et consiste à descendre le moulinet comme dans le procédé intégrant, jusqu'au fond de la rivière avec un mouvement lent, pendant que le chronographe enregistre mécaniquement les profondeurs, le nombre de tours et la durée de la descente, c'est-à-dire toutes les données nécessaires pour tracer la parabole verticale avec toute la précision voulue. La note se termine par l'indication d'un nouveau procédé de tarage des moulinets dans lequel le moulinet est plongé dans un canal et porté par un chariot qui roule sur des rails placés latéralement et qu'on fait mouvoir à des vitesses connues. Le canal de la station de tarage du Département hydrographique de Hongrie à Szolnok, a une voie ferrée de 150 *m* de longueur avec écartement de rails de 1,20 *m*. L'auteur donne aussi la description d'un type perfectionné de moulinet qui présente de grandes facilités pour son emploi. Les ailes notamment peuvent être changées vivement, de sorte qu'on peut en employer à volonté de pas différentes selon les cas.

Pont de 1 680 *m* d'ouverture sur le Fleuve Rouge. — Chemin de fer de Hanoï à la frontière chinoise.

La longueur totale, de 1 680 *m* entre les culées, est divisé en deux travées extrêmes de 78,70 *m* et neuf de 79 *m* alternées avec des travées de 106,25 *m*. Les travées de 75 *m* sont prolongées de chaque côté par des porte à faux de 27,50 *m* sur lesquels s'appuie une petite travée de 51,20 *m*. Deux porte-à-faux et une travée de 51,20 *m* constituent une travée de 106,20 *m*. C'est ainsi un pont du type dit Cantilever.

Les piles sont fondées sur des caissons métalliques foncés à l'air comprimé et descendus à la cote — 30 *m*. Ces piles sont en maçonnerie. Les

culées sont aussi en maçonnerie et construites à l'air libre dans une fouille blindée descendue au niveau de l'étiage ; elles sont établies sur un massif de béton établi sur 42 pieux de 0,90 *m* de diamètre battus au repos. Le pont est établi pour une seule voie de 1 *m* avec trottoirs en encorbellement.

ANNALES DES MINES

1re livraison de 1899 (1)

Mémoire sur **les phosphates noirs des Pyrénées** par M. David Levat, Ingénieur civil des Mines.

L'existence de gisements de phosphates naturels au sud d'Oloron, dans les vallées du Gave d'Aspe et du Gave de Lescun, constatée par l'auteur, ainsi que la prolongation de ces gisements sur d'autres points des Pyrénées est un fait d'une très grande importance pour la région agricole du Sud-Ouest.

Le mémoire, après avoir donné un aperçu historique sur la question de l'exploitation des phosphates et de ses développements, étudie particulièrement les phosphates des Pyrénées, leur composition, puis décrit les divers gisements et entre dans de grands détails sur l'emploi des phosphates noirs qui paraissent devoir, d'après les essais faits déjà, donner des résultats agricoles très favorables.

L'exportation de cette matière présente, en outre, un très grand intérêt pour les ports de Bordeaux et de Bayonne pour lesquels le fret de sortie fait défaut, surtout en marchandises lourdes. Il y aurait là l'objet d'une expédition considérable vers l'Angleterre, la Belgique et l'Allemagne.

Emploi de l'électricité dans les mines à grisou en Angleterre par M. Leproux, Ingénieur des Mines.

On peut considérer l'emploi de l'électricité dans les mines à deux points de vue, pour le transport de la force et pour l'éclairage. Il semble qu'en Angleterre l'application de l'électricité eût dû être accueillie avec une assez grande faveur, surtout dans les mines à grisou. Il semble toutefois que les emplois de l'électricité, au moins comme force motrice, aient fait moins de progrès dans cette contrée qu'en Allemagne, en Belgique et en France. En revanche, l'éclairage des recettes intérieures, des galeries d'accès, des chambres de machines, etc., au moyen de lampes à incandescence fixes est très répandu. On peut signaler également l'emploi sur une grande échelle, au moins dans deux mines du Durham, de lampes portatives données aux ouvriers.

En résumé, l'opinion des ingénieurs anglais ne paraît pas être très

(1) Nous donnerons ultérieurement le compte rendu de la 12e livraison de 1898 qui n'est pas encore parue à cause des tables.

favorable à l'électricité. L'opinion qui semble prévaloir parmi les exploitants est la suivante : « L'électricité expose à des mécomptes bien graves, et nous ne voyons pas bien quels sont les avantages qu'elle présente sur les autres modes de transmission de l'énergie qui nous sont familiers, les câbles et l'air comprimé. Dans le doute sur les effets que l'électricité peut produire, nous préférons nous abstenir. »

On semble considérer l'électricité comme dangereux dans les mines à grisou, et on est disposé presque partout à l'en exclure formellement.

La note se termine par la description de quelques appareils protecteurs, enveloppes de dynamos, lampes système Sassmann, etc.

SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

Janvier 1899

Réunions de Saint-Étienne

Séance du 7 janvier 1899.

Communication de M. Desvignes sur **l'installation de transport de force** par courants triphasés des Mines du Cros.

La station génératrice comprend une machine compound verticale, sans condensation, de 100 *ch*, qui commande par courroie un alternateur à courants triphasés d'Oerlikon, lequel présente la particularité intéressante d'avoir ses enroulements, tant induits qu'inducteurs, absolument fixes, ce qui supprime les bagues de prise de courant et les collecteurs et la surveillance que ces organes nécessitent. La capacité de ce générateur est de 78 kilowatts, la tension est de 500 volts, la fréquence de 50 périodes et la vitesse de 500 tours, le moteur en fait 125.

La ligne de transport à 610 *m* ; elle est formée d'un câble composé de de trois conducteurs en bronze de 40 mm^2 de section chacun et de deux fils pour sonnerie, le tout recouvert de plomb et de fils de fer. Ce câble est d'abord logé dans un caniveau en maçonnerie jusqu'à la recette et descend verticalement dans le puits où il est maintenu par des colliers espacés de 5 *m*.

Le courant actionne un treuil situé à 610 *m* de la génératrice, une pompe distante de 695 *m* et un ventilateur hélicoïde Rateau. On pourra encore faire commander par le courant d'autres installations de treuils et de pompes qui seront faites dans le cours de cette année.

Note sur **quelques expériences exécutées au Brésil sur les explosifs Favier**, par la Commission technique militaire.

Le rapport conclut que, à égalité de poids, l'explosif expérimenté a donné un rendement égal, sinon supérieur, à celui obtenu avec la dynamite, et il ne présente pas, comme celle-ci, les inconvénients d'une fragmentation exagérée des roches, de projections d'éclats à distance,

non plus que d'explosions accidentelles, soit en cas de compression démesurée au bourrage, soit en cas de ratés dans les mines humides où l'on met en liberté la nitroglycérine, ce qui les rend plus dangereuses dans l'opération du débourrage.

Ces conclusions donnent lieu à diverses observations dans lesquelles plusieurs Membres contestent la supériorité de l'explosif Favier sur la dynamite, eu égard à l'ensemble de ses propriétés.

Communication de M. Leproux, sur des **Notes de voyage en Angleterre.**

Ces Notes portent sur l'emploi du havage mécanique qui, là où il est possible, ne donne pas d'économie, mais donne les meilleurs produits, sur l'exploitation de puits profonds pour de grandes productions, ainsi un puits, à Cadeby, a 675 *m* de profondeur et est guidé en rails. On trouve encore la description d'un dispositif employé dans le Durham, pour la mise en communication des personnes circulant dans les cages, avec le mécanicien, par l'emploi d'un câble télégraphique ou téléphonique.

M. Leproux parle également des lampes Süssmann qui constituent un notable progrès et des procédés employés dans le Pays de Galles pour abattre les poussières par l'introduction dans le courant d'air d'eau pulvérisée.

Propriétés mécaniques d'un **alliage de cuivre dit « Bronze Gaulois ».**

Cet alliage se fabrique à Terrenoire ; il est composé de cuivre et de zinc, avec une certaine proportion de fer, et se laisse forger, laminer, étirer, poinçonner, etc. En tôles de 3 *mm* d'épaisseur, sa résistance à la rupture atteint 43 *kg* et sa limite d'élasticité 30 *kg*, avec des allongements de 5 0/0 en travers et 8 0/0 en long. Il semble d'ailleurs que l'alliage ne présente pas des propriétés bien constantes, ce qui est dû, vraisemblablement, à la difficulté de la préparation des alliages de cuivre contenant du fer.

INSTITUT ROYAL DES INGÉNIEURS NÉERLANDAIS (1)

Livraison du 5 novembre 1898.

Séance du 24 septembre 1898.

Communication de M. des Tombe sur le nouveau pont de chemin de fer en construction à Westervoort.

Communication de M. Tellegen sur quelques travaux publics de la ville d'Arheim.

(1) Résumé communiqué par M. J. de Koning.

LIVRAISON DU 30 DÉCEMBRE 1898

Mémoire sur la forme sèche de Talcahuano (Chili), par M. KRAUS.
L'auteur, actuellement professeur à l'École Polytechnique de Delft, ayant passé quelques années au service du gouvernement du Chili, donne la description de cette forme sèche construite sous sa direction.

Mémoire de M. KNUTTER sur l'emploi des pierres comme matériaux de construction,
L'auteur donne les résultats d'un voyage fait en Belgique en vue d'étudier les pierres de construction de provenance belge en usage dans les Pays-Bays (calcaire dévonien, petit granit, pierre de la Meuse).

Observations de M. OOSTINJER, sur les arcs à rayon infini dans les points tangents, pour les chemins de fer.

LIVRAISON DU 9 FÉVRIER 1899.

Séance du 8 novembre 1898.

Communication de MM. DEKING-DURA et CONRAD sur le Congrès de Navigation, à Bruxelles, et discussion sur le port de mer de Bruges-Heist.

Communication de M. ENNS VAN GELDER sur le Congrès pour l'unification des filetages.

Communication de M. VAN VOORST VADER sur le projet de port de mer à Scheveningue (La Haye).

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 5. — *4 février 1899.*

Distribution électrique de force dans les ateliers de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, à Berlin, par O. Lasche.

Installations frigorifiques, système Pictet, par W. Bräutigam.

Le moteur thermique de Diesel, par R. Diesel *(fin).*

Groupe de Hambourg. — Le chemin de fer industriel d'Ottensen.

Groupe de Thuringe. — Appareils de chauffage par l'électricité.

N° 6. — *11 février 1899.*

Distribution électrique de force des ateliers de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, à Berlin, par O. Lasche *(suite).*

Critique de la machine à vapeur, par E. Meyer.

Bassin collecteur de la distribution d'eau de Valparaiso, par N. Holz.

Revue. — Exposition industrielle, manufacturière et artistique, à Dusseldorf, en 1902.

N° 7. — *18 février 1899.*

Notice nécrologique sur Ludwig Veitmeyer.

Exploitation des grands chemins de fer par l'électricité, par C.-P. Feldmann.

Distribution électrique de force des ateliers de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, à Berlin, par O. Lasche *(fin)*.

Aperçu sur la question de résistance des matériaux.

Résistance des alliages usuels de cuivre à l'eau de mer, par A. Martens.

Groupe de la Ruhr. — Réparation des tubes d'acier sans soudure.

Groupe de Würtemberg. — Calcul de l'épaisseur des parois des chaudières.

Bibliographie. — Fours à gaz à récupération, par F. Toldt. — Alliages employés dans l'industrie, par A. Ledebur.

N° 8. — *25 février 1899.*

Les moteurs à combustion intérieure et la suppression de la fumée dans les villes, par J. Körting.

Le niveau des nappes souterraines, par Ph. Forchheimer.

Expériences sur la recherche de la position de l'axe neutre dans les pièces en pierre ou en fonte, par E. Roser.

Construction simple de l'ellipse, par Fr. Graefe.

Groupe de Franconie et du Haut-Palatinat. — Chariot de 25 000 *kg* de charge à manœuvre hydraulique. — Manœuvre électrique des grues de quais.

Correspondance. — La présence de l'acide carbonique dans les eaux de source, cause de destruction pour les conduites.

INFORMATIONS TECHNIQUES

I[re] SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.

Nouveau palais du Parlement Hongrois à Budapest. — Cet édifice, situé au bord du Danube, a la forme d'un T, dont la plus grande branche, celle qui correspond à la branche horizontale de la lettre a 270*m* de longueur. La superficie horizontale est de 32 000 m^2. Les Chambres du Parlement à Londres, n'ont que 28 000 m^2. L'architecte, choisi après concours, est le professeur Emerich Steindl, de Budapest. Les travaux ont été commencés en octobre 1885; le gros œuvre est achevé, mais l'intérieur est loin de l'être, et on ne peut encore prévoir la date de l'inauguration. La dépense totale s'élèvera à environ 12 millions de florins, soit 30 millions de francs. (*Schweizerische Bauzeitung*, numéros des 7, 14 et 21 janvier 1899. Articles illustrés de plans et photogravures.)

Les constructions élevées aux États-Unis. — Le New-York Board of Trade vient de prendre une décision importante relativement à la hauteur des constructions. A l'avenir, sur les rues larges et les avenues, la hauteur maxima ne pourra pas dépasser 61 *m* au-dessus du sol; aucun édifice à l'usage d'hôtel ou d'habitation, ne devra dépasser 45,75 *m*. Les hauteurs seront réduites proportionnellement suivant la largeur des autres voies. Dans les édifices de plus de 41,80 *m*, il devra y avoir deux escaliers distincts, allant du sol à la partie supérieure, dont l'un devra être éloigné de la cage de l'ascenseur. Dans tous les édifices existants ou construits par la suite, il devra être établi un service complet auxiliaire d'incendie agréé par le City Fire Department.

On interdira également la pose de plus d'une voie de tramways dans les rues étroites et de plus de deux dans les autres voies. La seconde voie devra être enlevée si elle existe, dans les rues de 18 *m* et au-dessous. (*Engineering News*, 19 janvier 1899, page 48.)

La construction la plus élevée du monde. — La construction la plus élevée du monde, en tant que maison, est le bâtiment qui existe à New-York, dans Park Row, et dont la hauteur est de 119 *m* du sol au haut du toit et de 136 *m* du sol au sommet de deux clochetons dont l'édifice est surmonté. La façade a 31 *m* sur Park Row, et 14,6 *m* et 6,10 *m* sur deux rues adjacentes. Le bâtiment compte 29 étages, 950 pièces à l'usage de bureaux et 2 095 fenêtres. Le poids est évalué à 20 000 *t* et la construction a coûté 12 millions et demi de francs.

Voici à titre de comparaison quelques données relatives aux édifices les plus élevés de ce genre :

	Étages.	Hauteur.
	—	—
Park Row	29	119 m
Manhattan Life.	18	106
Saint-Paul	26	96
American Surety	21	95
Commercial Cable.	20	93
Gillender	19	91

On peut faire remarquer ici que ces bâtiments énormes sont encore bien loin de ce que nous a laissé l'antiquité.

Le bâtiment de Park Row a un volume de 11 000 m^3 environ; ce n'est que la vingt et unième partie du volume de la Grande Pyramide d'Egypte, qu'on évalue à 232 000 m^3.

On a calculé qu'avec 950 bureaux et leurs occupants et un renouvellement raisonnable du public qui les fréquente, l'édifice de Park Row donne lieu à une allée et venue journalière d'environ 25 000 personnes, soit la population d'une ville déjà assez importante. (*Stahlund Eisen*, 15 janvier 1899, page 97, article illustré.)

Élargissement du chemin de fer de ceinture. — Le raccordement direct de la gare des Invalides avec la gare Saint-Lazare a nécessité l'élargissement de la partie de la ligne de ceinture, entre les stations de Courcelles et de Passy. On a réalisé l'élargissement de la tranchée, en substituant des murs verticaux en maçonnerie, aux anciens talus en terre, et, à l'endroit des stations où un surcroit de largeur est nécessaire pour les quais, la chaussée des voies latérales est supportée par places, par des consoles dont la portée varie de 0,60 m à 3 m. Ces consoles sont en béton armé du système Hennebique; elles sont encastrées dans la maçonnerie du mur et ancrées avec des tirants en fer rond entouré de mortier de ciment.

La résistance est calculée à raison de 400 kg par mètre carré et, après deux mois de prise, on fera une épreuve à 800 kg par mètre carré et, de plus, des épreuves au choc. (*Construction Moderne*, 4 février 1899, page 223, article illustré.)

Canalisation d'eau de mer pour l'incendie. — A Boston, on a établi une canalisation de 0,305 m de diamètre et de 1 500 m de développement partant du port; elle est en tuyaux de fonte. On peut la relier par un tuyau flexible à deux bateaux-pompes qui stationnent dans le port et qui, en cas de besoin, refoulent de l'eau de mer dans la conduite. Celle-ci est, d'ailleurs, maintenue en pression dans l'intervalle par sa mise en communication facultative avec la distribution générale de la ville. La pression est de 18 kg par centimètre carré; des hydrantes sont disposées à intervalles réguliers sur la conduite et un réseau téléphonique met en communication la station centrale des pompiers, les hydrantes et le poste de stationnement des bateaux-pompes. (*Engineering News*, 19 janvier 1899, page 39.)

Tramways aux États-Unis. — D'après l'American Street Railways Directory, il y avait à la fin de novembre 1898, aux États-Unis, 1 089 tramways en exploitation, dont 926 à traction électrique, 21 à câbles, 31 à vapeur et 111 à traction animale. La longueur totale des lignes était de 26 884 *km* et se répartissait comme suit : tramways électriques, 24 011 *km*, proportion 89 0/0 du total; tramways à câbles, 780 *km* ou 3 0/0; tramways à vapeur, 995 *km* ou 3,7 0/0 et tramways à traction animale 1 090 *km* ou 4,3 0/0.

Le capital d'établissement représente 7 1/2 milliards de francs (1). Ces tramways sont desservis par 48 352 véhicules de toute espèce, dont 32 832 voitures avec moteurs électriques, 7 844 voitures remorquées, 2 920 voitures à câbles 1 887 à vapeur et 2 869 attelées de chevaux ou mules. (*Engineering News*, 19 janvier 1899, page 99.)

Pont suspendu rigide. — On vient d'établir sur l'Argen, pour donner passage à la route de Friedrichshafen à Linden, au bord du lac de Constance, et en remplacement d'un pont en bois à cinq travées emporté par une crue en 1896. un pont suspendu rigide de 66 *m* de portée. Ce pont est suspendu à deux câbles de 0,133 *m* de diamètre, formés chacun de 7 torons de 37 fils d'acier; chacun peut résister à un effort de 220 *t*. La rigidité est obtenue par la présence de deux poutres à garde-corps en treillis de 1,90 *m* de hauteur. Le tablier est à mi-hauteur de ces poutres, il est soutenu par des poutrelles à treillis de 0,80 *m* de hauteur et 6,80 *m* de longueur supportées par les tiges de suspension, elles sont écartées d'axe en axe de 2,85 *m*.

Les piliers ont 18 *m* d'élévation au-dessus du terrain et 12,5 *m* au-dessus du tablier. Ce pont a été exécuté par la Fabrique de machines d'Esslingen. (*Centralblatt der Bauverwaltung*, 1898, p. 71, article illustré.)

Forme sèche de Glasgow. — Cette forme sèche a 268 *m* de longueur totale et peut être divisée par des portes en deux sections de 140 et 128 *m* de longueur. Elle a son entrée fermée par un bateau-porte. Cette entrée a 24,90 *m* de largeur. La hauteur d'eau sur le seuil est de 8,10 *m*. (*Engineer*, 1898, Vol. I, pages 398 et 475.)

Formes sèches au Japon. — Il existe actuellement dans le port de Nagasaki, au Japon, deux formes sèches des dimensions suivantes :

	I.	II.
Longueur en haut	159 *m*	113 *m*
— au plafond	156	110
Largeur de l'entrée	30	20
Hauteur d'eau sur les seuils maximum	8,4	7,5
Hauteur d'eau sur les seuils minimum	7,0	6,10

Il y a, en outre, une cale de halage de 228,60 *m* de longueur, dont les rails sont écartés de 9,50 *m* avec effort de traction de 1 200 *kg*. (*Engineer*, 1898, Vol. I, page 372.)

(1) Ce chiffre paraît bien élevé, il correspond à un prix moyen de 280 000 *f* par kilomètre.

IIe SECTION

Mécanique et ses applications. Locomotives, machines à vapeur, etc.

Nouvelle locomotive du chemin de fer du Palatinat. — Ces locomotives, construites par Krauss et Cie, à Munich, présentent la particularité, assez rare en Allemagne, d'être à cylindres intérieurs. Elles ont cinq essieux, un bogie à deux essieux à l'avant, deux essieux accouplés et un essieu porteur à l'arrière ; le foyer, très large, est compris entre les roues accouplées et les roues porteuses d'arrière. Les cylindres ont 490 × 570, les roues 1,989 *m* ; la surface de grille est de 2,81 m^2 et la surface de chauffe totale de 171,70 m^2. La pression est de 13 *atm*. La machine a une stabilité très grande et passe facilement à la vitesse de 90 *km* à l'heure dans des courbes de 200 *m* de rayon. Le poids est de 58 *t* en charge. Le tender, à trois essieux, pèse 40 *t*. Ces machines sont entrées en service au milieu de 1898. *(Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, 1899, n° 1. Article illustré.)

Trains rapides. — Dans la nuit du 11 janvier dernier, le train-poste rapide vers l'ouest du Chicago-Burlington and Quincy R. R., étant en retard au départ de Chicago, a fait le trajet jusqu'à Burlington, distance 331,7 *km*, en 208 minutes, y compris divers arrêts de 19 minutes en tout ; c'est une vitesse de 95,6 *km* à l'heure, arrêts compris, et une de 105,3 *km*, arrêts non compris. Les parcours partiels sont : Chicago-Aurora, 53,1 *km*, 32 minutes, vitesse, 100 *km* ; Aurora-Mendota, 64,1 *km*, 40 minutes, vitesse, 74,1 *km* ; Mendota-Galesburgh, 128,8 *km* 75 minutes, vitesse, 103 *km* ; et Galesburgh-Burlington, 69,2 *km*, 42 minutes, vitesse, 111,2 *km* à l'heure.

Pour son début, le train rapide de Chicago, Rock Island and Pacific R. R. a fait les 810 *km* de parcours entre Chicago et Omaha en 12 heures, arrêts compris, et 10 heures 27 minutes de marche réelle. Ce train se composait de fourgons postaux, plus trois voitures à voyageurs. La vitesse, arrêts compris, ressort à 67,5 *km* et la vitesse effective de marche à 77,5 *km*. *(Railroad Gazette*, 27 janvier 1899, page 69.)

Une puissante machine à vapeur. — Les ateliers bien connus de la Compagnie Allis, à Louisville, viennent de construire pour cette ville une machine à vapeur qui peut passer pour une des plus puissantes qui aient encore été construites pour des stations centrales d'électricité. Ce moteur comporte deux cylindres verticaux placés à la partie supérieure et actionnant des manivelles calées à 90° aux extrémités de l'arbre, au centre duquel est le volant et une dynamo calée directement sur l'arbre. Les cylindres ont 1,016 *m* et 1,981 de diamètre, avec 1,22 de course. Les axes des cylindres sont distants de 7,20 *m*. La pression est de 7,1 *kg* par centimètre carré. La distribution est du système Allis-Corlis. Il y a deux régulateurs, un pour la marche normale, l'autre entre en action si la vitesse de la machine, qui est de 75 tours

augmente de 5 tours. Le volant a 7,60 *m* de diamètre et pèse 72 *t*. L'arbre a 0,68 *m* de diamètre au corps et ses portées 0,61 *m* × 0,68 *m*, les boutons de manivelle 0,305 *m* × 0,305 *m*. La machine occupe 7,50 *m* × 11,50 *m* avec 7,20 *m* de hauteur. Si c'eût été un moteur horizontal, il aurait fallu 12 *m* de longueur au lieu de 7,50 *m*. Les données ci-dessus correspondent à une puissance indiquée d'environ 2 500 *ch*. (*Street Railway Journal*, janvier 1899. Article illustré.)

Grands moteurs à gaz. — La plus grande installation de moteurs à gaz est probablement celle qui va être faite par les soins du London County Council pour actionner des pompes centrifuges dans le traitement des eaux d'égouts. Cette administration a commandé à la maison Crossley frères, de Manchester, 8 moteurs à gaz horizontaux à 2 cylindres chacun, dont 4 donnant 260 *ch* indiqués et 4 donnant 210 *ch*, total 1 840 *ch*. Il y a, en outre, 4 moteurs de 5 *ch* chacun pour actionner des pompes et des appareils accessoires. Tous ces moteurs fonctionneraient avec du gaz de houille. (*Iron and Coal Trades Review*, 20 janvier 1899, page 103.)

Disposition de pompes pour puits. — La Corporation de Brighton vient de faire installer à sa nouvelle station de Mileoak des pompes d'une disposition perfectionnée. On sait que les pompes placées au fond des puits sont difficiles à visiter. Dans cette disposition, le piston est formé d'un cylindre creux portant les soupapes d'aspiration et de refoulement, de sorte qu'il suffit de le retirer pour visiter ces deux organes. Dans l'installation dont nous parlons, il y a 3 pompes dont les pistons ont 0,20 *m* de diamètre et 0,61 *m* de course ; elles élèvent l'eau à 70 *m* de hauteur ; le puits a 2,40 *m* de diamètre et 48 *m* de profondeur. A 28 tours par minute, le débit est de 2 300 m^3 par 24 heures. On a pu sortir un piston, le visiter et le remettre avec 25 minutes d'arrêt. (*Engineering*, 3 février 1899, page 140, article illustré.)

Voitures automobiles. — A la récente exposition de cycles et d'automobiles, à Chicago, on a remarqué trois modèles nouveaux de voitures automobiles.

La Fischer Equipment Company, de Chicago, exposait un hansom-cab et deux voitures découvertes actionnés par des accumulateurs Woods. Un pignon est calé à chacune des extrémités de l'arbre moteur et ces pignons engrènent intérieurement avec des roues dentées fixées aux moyeux des roues d'arrière ; le mécanisme n'est pas enfermé.

L'American Electric Vehicle Company, de Chicago, exposait une voiture découverte avec mouvement enfermé, et la Oakman Motor Vehicle Company, de Greenfield, Mass., une voiture avec moteur Hortel à gazoline. Dans cette dernière, à chaque extrémité de l'arbre moteur est un pignon de friction à cannelures engrenant intérieurement avec une roue de même nature fixée aux jantes des roues d'arrière, dont les rayons son en fils d'acier. Cette voiture se distingue immédiatement des autres par le bruit de l'échappement et par une odeur très caractérisée de gazoline

Tous ces véhicules manœuvrent avec une extrême docilité. On les faisait circuler dans une pièce en forme de L et soutenue par des colonnes;

les voitures contournaient les angles et tournaient autour des supports avec la plus grande facilité. Dans les unes, les roues d'avant tournent autour d'un axe vertical, ces axes étant reliés ensemble par une bielle de connexion ; dans d'autres, les roues d'avant sont prises dans des fourches, comme celles des bicyclettes, ces fourches étant solidaires l'une de l'autre. Tous ces véhicules démarrent et entrent en vitesse avec une très grande rapidité. *(Engineering News*, 19 janvier 1899, page 33.)

Bac porte-trains pour la traversée du Lac Baïkal. — Ce bac, destiné à faire passer des trains du chemin de fer transsibérien d'une rive à l'autre du lac Baïkal, a 22,30 *m* de longueur, 17,3 *m* de largeur et déplace 4200 *tx*. Il est mû par trois hélices commandées par des machines d'une puissance collective de 3750 *ch*. La vitesse est de 13 nœuds ; il peut porter 25 wagons de chemins de fer. Ce bac peut également servir de brise-glaces. *(Journal des Ingénieurs et Architectes d'Autriche*, 1898, page 271. Article illustré.)

Appareil pour le lancement de l'*Oceanic* (1). — Le berceau avec lequel les navires sont lancés est généralement retenu par une pièce de bois qu'on scie ou détruit à la hache pour laisser le navire glisser vers l'eau. Pour la mise à l'eau de l'*Oceanic*, dans les chantiers Harland et Wolff, à Belfast, on a employé un dispositif formé d'un fort doigt en fer pouvant osciller sur un axe placé en son milieu, doigt dont la partie supérieure retient le berceau, alors que la partie inférieure est repoussée par un plongeur placé dans un cylindre où règne une pression hydraulique de 35 *kg* par centimètre carré. Ce cylindre fait partie d'un massif en fonte pesant une quinzaine de tonnes. Une pompe maintient la pression. Pour laisser partir le navire, il suffit d'ouvrir un robinet qui laisse échapper l'eau, le doigt bascule et laisse le berceau libre. Cet appareil avait déjà été employé dans quelques cas, mais jamais sur de très grands navires. Le succès a été complet. *(Engineer*, 20 janvier 1899, page 54. Article illustré.)

Justesse du tir des gros canons. — Le développement théorique de la balistique a amené la construction de canons monstres. Il paraît douteux qu'avec ces pièces, alors qu'elles sont montées sur des navires, on obtienne un tir d'une très grande justesse en pratique. On peut invoquer à l'appui de cette thèse les faits suivants.

Sur 7 coups tirés par le *Sans-Pareil*, avec ses pièces de 110 *t*, un seul a touché le but. Avec les canons de 67 *t*, 6 coups ont porté sur 31. Le *Thunderer* et le *Sans-Pareil* ont eu 2 coups utiles sur 33 avec leurs canons de 254 *mm* et, avec les canons de 174 *mm*, 19 sur 103.

Ces résultats ne peuvent être attribués à l'impéritie ou à l'inexpérience des servants ; ils tiennent à l'instabilité des pièces montées sur les navires (2). *(Allgemeine Schweizerische Militärzeitung*, 8 octobre, et *Rivista di Artiglieria e Genio*, novembre 1898, p. 284.)

(1) Voir *Bulletin* de janvier 1899, page 89.

(2) Des résultats analogues ont été constatés à la bataille navale de Santiago.

IIIe SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, Sondages, etc.

Importance de quelques usines sidérurgiques. — La Société qui possède le plus de hauts fourneaux est la Société Minière et Métallurgique des Alpes Autrichiennes, connue sous le nom de l'Alpine et qui en compte 32, mais la plupart de ces fourneaux sont anciens et marchent au charbon de bois. Si on prend les appareils de construction récente, on trouve en tête la maison William Baird et Cie, de Glasgow, qui possède, dans ses usines de Gartsherrie, Eglinton, Lugan et Muirkirk, en Écosse, 26 hauts fourneaux produisant par an 400 000 *t*, soit le tiers de la production de fonte de l'Écosse. Après vient la maison Bolckow, Vaughan et Cie, de Middlesbrough, qui possède 24 hauts fourneaux pouvant produire 750 000 *t* par an, s'ils étaient tous en feu et répartis dans les usines de Eston, Cleveland, Lackenby, South Park et Middlesbrough. Dans le Pays de Galles et sur la côte Ouest de l'Angleterre, les plus grandes installations sont celles de Dowlair et de Barrow qui comptent chacune 14 hauts fourneaux. (*Iron and Coal Trades Review*, 20 janvier 1899, page 102.)

Appareil pour épurer les gaz des hauts fourneaux. — L'emploi des gaz des hauts fourneaux dans les moteurs à gaz exige l'épuration préalable de ces gaz des poussières qu'ils contiennent. A la récente assemblée générale, à Dusseldorf, de l'Association des Maitres de Forges allemands, on a présenté l'appareil de Theiren qui parait résoudre très simplement le problème.

Les gaz sous pression sont introduits tangentiellement avec une grande vitesse dans un récipient cylindrique qui contient de l'eau ; cette eau est entraînée et violemment divisée par le courant de manière à amener un contact intime entre les gaz et l'eau ; celle-ci, chargée de poussières, est évacuée dans un bassin où les poussières se déposent et d'où l'eau est ramenée à l'épurateur pour servir indéfiniment, sauf à réparer les pertes. Avec un appareil de 2,50 *m* de diamètre et 2 *m* de hauteur, on peut épurer 300 m^3 de gaz de hauts fourneaux par minute.

Le même appareil peut être employé pour épurer les gaz des fours à coke avant leur traitement pour l'obtention de l'ammoniaque et du goudron. (*Iron and Coal Trades Review*, 3 février 1899, p. 187.)

Four économique pour la fusion des métaux. — M. Rousseau a imaginé un fourneau d'une manutention commode et économique pour la fusion des métaux, bronze, fonte, aluminium, etc. Le métal est mis dans un creuset, lequel est lui-même placé dans le four, centré par des pièces en terre réfractaire, en saillie sur la garniture, le combustible est dans l'intervalle ; des trous convenablement disposés répartissent l'air et déterminent un mélange intime de celui-ci et des gaz.

Lorsque la fusion est terminée, on soulève le four à une hauteur suffisante au moyen d'un mécanisme à pignon, chaine et manivelle, et on

le fait basculer sur des tourillons pour la coulée. Ce four se fait en trois grandeurs : pour 100, 200 et 300 *kg* de métal. La première grandeur met 25 minutes pour la fusion et dépense 10 à 12 *kg* de combustible, la seconde, 35 minutes et 15 à 20 *kg*, et la troisième 50 minutes et 25 à 30 *kg*. Avec ces fours, on peut travailler d'une manière continue du matin au soir. (*Bulletin technologique de la Société des Anciens Élèves des Écoles d'Arts et Métiers*, janvier 1899, p. 81.)

Gisements de houille en Sibérie. — Les gisements de houille de Kusnezk, dans le gouvernement de Tomsk sont considérés par les géologues russes comme pouvant rivaliser avec les plus riches de l'Europe, à cause de leur grande étendue, plus de 45 000 *km*². La limite au sud est à 60 *km* au sud de Kusnezk, et s'étend à l'est le long de la base du mont Alatan et à l'ouest dans la direction des collines de Salairsk d'où elle diverge plus ou moins en approchant de l'Ina, affluent de l'Obi. On a découvert, dans la partie voisine de Kaltanskoï, des couches épaisses près de Boresowka, on a constaté l'existence de 18 couches. Le charbon est d'excellente qualité. Ces renseignements proviennent d'un mémoire de l'Ingénieur des Mines Gribassovy, publié dans le Journal de Commerce et d'Industrie de la Sibérie qui paraît à Tomsk. (*Engineering and Mining Journal*, 21 janvier 1899, p. 80.)

Extraction de la houille à grande profondeur. — Au puits Henriette, à Flénu, on extrait la houille à la profondeur de 1 150 *m*. On a installé une nouvelle machine d'extraction avec cylindres de 1,10 × 2,10 avec détente réglée par le régulateur. La charge est de 6 *t* dont 3 pour la houille et 3 pour la cage et les berlines.

On emploie des câbles plats en aloès, la longueur est de 1 350 *m*, la section est de 420 × 48,5 *mm* aux bobines et de 225 × 27,5 *mm* à la cage, le poids moyen est de 11 *kg* par mètre courant, ce qui donne un total de 14 850 *kg*, le rayon minimum d'enroulement est de 1,62 *m* et le rayon maximum de 4,22 *m*.

La température est élevée au front de taille, mais avec une ventilation énergique qui va à 18 000 *m*³ par minute, les ouvriers ne sont pas gênés. Avec 0° C à la surface, on a 15,5° au fond et, avec 7° à la surface, 16,5° au fond. Le charbon donne beaucoup de gaz, ce qui est encore une raison pour avoir une très forte ventilation. (*Iron and Coal Trades Review*, 27 janvier 1899, p. 160.)

Accidents dans les mines de la Grande-Bretagne. — Le rapport du Dr Le Neve Forster sur les accidents de mines, en 1898, donne les chiffres suivants pour les deux années 1897 et 1898.

	1897		1898	
	Accidents.	Morts.	Accidents.	Morts.
Houillères	868	930	820	900
Mines métalliques	29	49	31	33
Carrières	118	123	130	133
	1 015	1 102	981	1 066

La décroissance des accidents dans les houillères, qui forment la partie la plus importante, est très sensible depuis plusieurs années.

Il n'y a pas eu, en 1898, d'accidents ayant amené une très grande perte de vies humaines. On compte 12 accidents ayant amené la mort de 27 personnes causés par des explosions de grisou ou de poussières. 47 0/0 des accidents dans les houillères proviennent de chute de parois ou d'éboulements, tandis que, dans les mines métalliques, la proportion de ce genre d'accidents s'élève à 61 0/0. On fait remarquer que ces renseignements sont fournis en Angleterre à peine l'année terminée. (*Engineering and Mining Journal*, 21 janvier 1899, p. 77.)

Briquettes de tourbe. — Il résulte d'un rapport du consul des États-Unis, à Stettin, qu'on fabrique en Poméranie des briquettes de tourbe sur les tourbières même. La tourbe crue est placée dans un concasseur qui la réduit en fragments, lesquels sont réduits en poudre dans une autre machine. Cette poudre ou farine est séchée dans des sécheurs rotatifs chauffés par la vapeur d'échappement de la machine, puis elle est agglomérée dans une presse qui fournit 80 briquettes par minute, ce qui correspond à 35 *t* par jour. A Langenberg, ces briquettes coûtent 0,25 *f* les huit, soit 3 *f* le cent. Le prix de revient, matière et main-d'œuvre, est de 8 *f* la tonne, mais il faut dire que la main-d'œuvre est très bon marché, le prix de la journée étant de 4 *f* pour un homme et de 1,50 *f* pour une femme. (*Engineering News*, 19 janvier 1899, p. 48.)

Les phosphates de la Floride. — L'industrie des phosphates s'est développée en Floride d'une manière remarquable. Ainsi, en 1890, lorsqu'on commença l'exportation de ces matières, la quantité ne s'éleva qu'à 11 000 *t*; en 1895, le total exporté atteignait 306 000 *t* et, en 1898, il a été de 360 500 *t*.

C'est l'Allemagne qui en reçoit la plus grande quantité, 186 700 *t* en 1898, à quoi il faut ajouter la plus grande partie des 64 000 *t* expédiées en Hollande et des 39 000 expédiées en Belgique qui passe probablement en Allemagne. La France a encore reçu 23 000 *t* en 1895, mais plus rien en 1898. On commence, du reste, à s'apercevoir déjà que plusieurs gisements sont épuisés ou à peu près et que d'autres deviennent plus difficiles à exploiter. L'extraction totale a d'ailleurs atteint jusqu'ici plus de 2 millions et demi de tonnes. (*Engineering and Mining Journal*, 21 janvier 1899, page 82).

Géologie du tunnel du Simplon. — Pendant toute la durée du percement du Simplon, il sera alloué par la Confédération à la Compagnie du Jura-Simplon, une subvention pour la collection des diverses roches traversées par le tunnel. Cette subvention, prélevée sur le crédit pour les travaux de la commission géologique fédérale, comprend une somme annuelle de 2 000 *f* et une allocation de 0,25 *f* pour chaque échantillon des diverses roches fourni à un certain nombre de collections, conformément à un programme élaboré par la commission géologique spéciale du Simplon. Ce dernier subside ne sera alloué qu'autant que les échantillons seront fournis rapidement. Outre les collections li-

vrées à l'Ecole Polytechnique, aux cantons de Berne, Fribourg, Vaud, Valais, Neuchâtel et Genève, au Gouvernement Italien et aux villes de Lausanne, Montreux et Domo d'Ossola, la Compagnie du Jura Simplon devra livrer gratuitement les collections qui pourront lui être désignées plus tard par le Conseil Fédéral. (*Journal de Genève*, 26 janvier 1899.)

IVe SECTION

Physique, Chimie industrielle, Divers, etc.

L'éclairage à l'acétylène en Hongrie. — D'après le Dr Bruno, de Budapest, le pétrole d'éclairage coûte, en Hongrie, de 37,5 à 43,5 centimes le litre, le gaz coûte de 31 à 37,5 centimes le mètre cube, et l'hectowatt-heure de 10 à 12,5 centimes. Enfin le carbure de calcium coûte de 31 à 50 centimes. Avec ces éléments, on peut établir comme suit le prix par heure des divers modes d'éclairage :

	Centimes.
Pétrole avec bec ordinaire	6,2 à 7,5
Gaz avec bec papillon	5
— Auer.	3,2
Éclairage électrique à incandescence	5,6
Acétylène	2 à 2,5

(*Gesundheit Ingenieur*, 1898, p. 13.)

Chute de grêle et trombe à Bizerte. — D'aprés une communication de M. Voiellaud, le 2 octobre 1898, vers 4 heures de l'aprés-midi, il s'est produit à Bizerte une chute de grêlons de dimensions peu ordinaires. Quelques-uns pesaient de 100 à 350 *g*, on en a recueilli de 620 *g*, et le poids d'autres a été estimé à 1 *kg* et 1 200 *g*. Cette chute s'est produite au cours d'une lutte entre deux couches de nuages à faible distance du sol.

Une chute analogue, produite dans les mêmes circonstances, a eu lieu le 17 novembre, elle a été accompagnée d'une trombe de 800 à 900 *m* de diamétre, dont le vide central aspirait l'eau de la mer et a déterminé un raz de marée par contre-coup. Le baromètre est descendu de 35 *mm* pendant ce phénomène et a repris après son niveau précédent. (*Académie des Sciences*, compte rendu de la séance du 30 janvier 1899, page 327.)

Congrès et exposition du Génie civil. — En octobre prochain se tiendra à Bologne le IXe Congrès du Génie civil et de l'Architecture, avec exposition y relative que le Comité d'organisation a divisée en dix classes :

1° Architecture civile, édilité, hygiène;

2° Hydraulique fluviale et maritime, desséchements;

3° Routes ordinaires et chemins de fer;

4° Mécanique, construction navale, industrielle et machines pour l'exploitation des mines;

5° Electro-technique;
6° Géodésie, topographie, cadastre, etc.;
7° Architecture historique, artistique, archeologie;
8° Agriculture, constructions rurales;
9° Législation et questions économiques relatives à l'art de l'Ingénieur et à l'architecture;
10° Art de l'Ingénieur appliqué aux questions militaires.

(Industria, 5 février 1899, page 95.)

Nouveaux corps contenus dans l'air. — Le D[r] Bonna, dans une communication faite le 16 janvier dernier à la classe d'industrie et de commerce de la Société des Arts de Genève, en passant en revue les récents progrès industriels et scientifiques, a donné les renseignements suivants à l'occasion de la partie concernant la chimie.

On a découvert, dans ces dernières années, plusieurs éléments nouveaux dans la composition de l'air. C'est en 1895 que l'argon a été trouvé par Ramsey et Raleigh. En 1898, ces savants ont découvert le néon, le crypton, le métargon, le xénon et l'hélion. Crooke a découvert le monium. M. et M[me] Curie ont trouvé le polonium, qui a un pouvoir radiant invisible analogue aux rayons X; en outre, le coronium, dont la présence constatée dans l'atmosphère du soleil a été reconnue aussi dans les solfatares du Vésuve. Brush vient de trouver l'éthérion, cent fois plus conducteur de la chaleur que l'hydrogène et dix mille fois plus léger que lui. Il doit donc se trouver dans une sphère très éloignée de la terre. Cela peut expliquer la transmission de la lumière et l'éthérion peut prendre la place de l'éther. Étant très dilué, il n'empêche pas le mouvement des planètes. Il est vrai que d'autres expérimentateurs n'admettent pas l'existence de l'éthérion et disent qu'il a été confondu avec de la vapeur d'eau. *(Journal de Genève*, 4 février 1899.)

Extraction de l'alcool des gaz des fours à coke. — D'après le journal *Industries and Iron*, M. Fritzsche indique que les gaz des fours à coke sont très propres à donner de l'alcool par la réduction en alcool de l'éthane qu'ils contiennent; on peut obtenir de 1 à 1,8 0/0 en volume.

M. Fritzsche a trouvé, par des expériences prolongées, que l'acide sulfurique absorbe l'éthane avec une grande facilité, de sorte que les appareils nécessaires seraient moins volumineux que ceux qui servent à l'obtention de la benzole. Ainsi, pour produire 100 *l* donnant 66 *kg* d'alcool, il faudrait 40 *kg* de sulfate d'éthane, 300 *kg* d'acide sulfurique et 400 *l* d'eau.

On fait remarquer que la présence de l'éthane dans les gaz des fours à coke était déjà connue, et que la réaction par l'acide sulfurique n'est pas nouvelle. Mais M. Fritzsche a le mérite d'avoir déterminé les proportions d'éthane dans ces gaz et d'avoir montré par ses expériences que l'épuration pouvait se faire dans des conditions qui permettent d'en faire un procédé industriel. *(Journal de l'Institut de Franklin*, janvier 1899, page 76.)

Récupération des sous-produits. — Il s'agit de la récupération des sous-produits dans la fabrication du coke, dont une applica-

tion a été faite, il y a déjà quelques années, à la Compagnie des Charbonnages de l'Ouest de Mons. Il y a quatre batteries de vingt-cinq fours à coke pouvant traiter de 100 à 110 *t* de houille. On obtient, par tonne, 6 *kg* d'ammoniaque et 14 *kg* de goudron dont la valeur totale est de 1,80 *f*; si le surplus des frais de fabrication est de 0,80 *f* par tonne de coke, il reste un bénéfice de 1 *f* par tonne.

On a calculé que si les dépenses d'établissement des appareils sont de 3167 *f* pour 1 800 *t* de coke produit, le bénéfice de 1 800 *f* représente, pour le capital supplémentaire engagé, un intérêt de 56 0/0. *(Revue de Chimie industrielle.* Janvier 1899, page 6.)

Concours ouvert par l'Académie des Sciences exactes, physiques et naturelles de Madrid. — L'Académie Royale des Sciences exactes, physiques et naturelles de Madrid ouvre un concours public pour trois prix à décerner aux auteurs de mémoires traitant, à la satisfaction de ce Corps, les questions suivantes :

1° Étude de la déformation d'une plaque élastique rectangulaire soumise à des efforts diversement répartis sur la surface;

2° Description des expériences fondamentales de Hertz sur la formation et la propagation des ondes électro-magnétiques; théorie des phénomènes découverts par ce physicien et leur application à la transmission des signaux;

4° Description géologique et agronomique d'une région viticole de la Péninsule.

Les mémoires devront être remis, avant le 31 décembre 1900, au Secrétariat de l'Académie, Valverde, 26, Madrid. *(Industria e Invenciones,* 4 février 1899, page 45.)

Explosions de chaudières en Angleterre. — Pendant l'année qui s'est écoulée, du 1er juillet 1897 au 30 juin 1898, il s'est produit en Angleterre 89 explosions de chaudières ayant causé la mort de 37 personnes et des blessures à 46 autres. Le nombre des morts est un peu supérieur à la moyenne des seize années depuis lesquelles le Boiler Explosion Act est en vigueur, mais le nombre total des accidents est inférieur à la moyenne correspondante. 46 accidents, soit plus de la moitié, ont eu lieu sur des navires, 38 seulement à terre. Dans 30 des premiers, il n'y a eu ni morts ni blessés, tandis que, pour les seconds, 9 seulement n'ont pas fait de victimes, les 29 autres ayant causé la mort de 29 personnes et des blessures à 33 autres.

Sur le total des accidents, 34 provenaient d'un mauvais état de l'appareil, 27 d'une construction ou d'une disposition vicieuse, et 11 de négligence dans la conduite.

Il n'y a eu, dans tous ces accidents, que trois cas de destruction totale ou partielle de l'enveloppe de la chaudière. Un à l'arsenal de Devonport a tué deux hommes et blessé deux autres, il était dû à un excès de pression amené par le non-fonctionnement des soupapes de sûreté; le second, à la houillère de Deepmore, a tué quatre personnes et blessé deux autres; il est dû à des corrosions intérieures, et le troisième, à Bradford, qui a tué un homme et en a blessé deux autres, a été attribué à des corrosions extérieures. *(Engineer,* 27 janvier 1899, page 91.)

Ve SECTION

Électricité.

Comparaison entre l'éclairage électrique par arc et l'éclairage à l'acétylène. — On part des données suivantes : le carbure de calcium coûte 0,625 *f* le kilogramme; la lumière de 100 bougies par l'acétylene reviendra à 0,11 *f* environ. La lampe à arc avec 50 volts et 14,5 ampères et avec globe laiteux donnera 1 228 bougies, avec 45 volts et 12 ampères, 750 bougies, et avec 40 volts et 2 ampères, 64 bougies. Avec le prix unitaire de 0,75 *f* le kilowatt-heure, 100 bougies coûteront respectivement 0,044 *f*, 0,053 *f* et 0,093 *f*.

L'éclairage à l'acétylène est donc plus cher dans ces conditions. Il faudrait que le prix du carbure descendît à la moitié du prix indiqué pour que la situation changeât ou que le prix du kilowatt-heure fût très élevé. *(Gesundheit Ingenieur*, 1898, page 64.)

Stations centrales d'éclairage électrique en Allemagne. — D'après le Dr Lux, les prix d'établissement de quelques stations centrales d'éclairage électrique en Allemagne seraient les suivants :

	Par kilowatt.	Par lampe à incandescence.
	—	—
Francfort-sur-Mein, courant alternatif .	1 371 *f*	68,50 *f*
Cologne, — .	1 434	71,60
Berlin, courant continu	1 690	84,60
Königsberg, —	1 741	87,00

Les stations centrales d'éclairage électrique existant en Allemagne à la fin de mars 1895, avaient coûté une somme totale de 86 millions de francs, ce qui fait ressortir à 88,20 *f* le prix moyen correspondant à une lampe à incandescence. *(Gesundheit Ingenieur*, 1898, page 14.)

Procédé électrique pour la conservation des bois. — Le bois à traiter est placé dans une cuve rectangulaire, pleine de liquide, dans lequel il est immergé à un peu plus de la moitié de son épaisseur. Un courant électrique est appliqué par un conducteur métallique qui le distribue sur toute la surface du bois. La sève commence immédiatement, paraît-il, à suinter, et, au bout de six heures, elle est entièrement expulsée. Le bois est alors placé dans un autre bassin contenant une solution antiseptique, qui est forcée dans les pores par une action électro-capillaire. Si ce procédé se montre efficace et s'il peut être appliqué à des prix modérés, il aura une grande importance. *(Engineering and Mining Journal*, 21 janvier 1899, page 83.)

Le plus long câble sous-marin. — Le plus long câble sous-marin qui existe actuellement, est celui qui relie la France et les États-Unis, de Brest à New-York par le cap Cod. Il a 5 700 *km* de longueur et a été fabriqué par la Société Industrielle des Téléphones. Son poids

est de 9 250 *t*, dont 5 500 *t* de fils de fer et acier, 930 *t* de fil de cuivre, 560 *t* de gutta-percha pure et 1 400 *t* de jute. La section est différente selon les parties, elle est plus forte sur une certaine longueur aux deux extrémités, à cause de l'atterrissement. (*Stahl und Eisen*, 15 janvier 1899, page 102, article illustré.)

Choix des moteurs à installer dans une usine centrale pour un réseau de tramways électriques. — Un rapport de M. F. Van Vloten, à la dixième Assemblée générale de l'*Union internationale permanente des tramways* tenue à Genève, en août 1898, traite de la question des unités de puissance à adopter dans les stations centrales pour tramways électriques. L'idée d'adopter les unités les plus fortes possibles en rapport avec l'importance de la station paraît de plus en plus en faveur; elle se justifie par les considérations relatives aux dépenses d'établissement et de service, de commodité, d'élasticité, etc. Il faut cependant éviter de dépasser le but, car on pourrait alors se trouver dans des conditions défavorables aux heures de faible trafic. Il vaut mieux alors prévoir une machine spéciale ou des accumulateurs pour assurer le service dans les portions peu chargées de la journée.

Le rapport examine successivement les cas suivants : 1° Les petites installations jusqu'à 500 *ch;* 2° les installations moyennes de 600 à 1 000 *ch*; 3° les grandes installations de 1 200 à 2 000 *ch*, et enfin 4° les très grandes installations de plus de 2 000 *ch*.

Les deux premiers cas peuvent eux-mêmes se diviser en deux, suivant qu'il y a une extension à prévoir ou non; la solution à admettre varie suivant les cas; cependant il y a presque toujours intérêt à employer trois unités, chaque unité correspondant à la moitié de la puissance à produire normalement, sauf dans le troisième cas, où il peut être préférable de prévoir deux unités et deux demi-unités.

L'emploi des accumulateurs ne paraît à recommander que dans les petites installations, parce qu'au delà d'une certaine importance, la charge tend à s'égaliser par le fait du nombre relativement considérable des voitures en service. (*Électricien*, 4 février 1899, page 71.)

Locomotive électrique de manœuvres. — Les chemins de fer de l'État Prussien possèdent une locomotive électrique de manœuvres pour le service des ateliers de Gleiwitz. Cette machine pèse 6 1/2 *t*, et peut exercer un effort de traction de 820 *kg*. Elle est portée sur 4 roues de 1,10 *m* de diamètre, dont les essieux sont écartés de 1,5 *m*. Le courant, a la tension de 220 volts, est fourni par un conducteur aérien à un archet porté par la machine; mais on peut aussi se servir d'accumulateurs disposés dans des caisses ménagées à l'avant et à l'arrière. La locomotive est également pourvue d'un éclairage électrique. (*Annalen für Gewerbe and Bauwesen*, 15 janvier 1899, page 34, article illustré.)

Exploitation électrique de la ligne de Milan à Monza. — Le 7 février dernier a été inaugurée la traction électrique sur la section de Milan à Monza, du réseau italien de la Méditerranée. Le service se fait au moyen de voitures automobiles recevant le courant de batteries d'accumulateurs.

Les voitures ont 17,80 *m* de longueur et sont portées sur deux bogies par une double suspension. Les essieux de chaque bogie sont distants de 2,65 *m*, et les essieux extrêmes de 14,65 *m*. L'essieu extérieure de chaque bogie est actionné par engrenage par une dynamo.

La caisse contient deux compartiments de 1re classe, l'un pour fumeurs, l'autre pour non-fumeurs 8 places, et deux de 2e classe, l'un de 24 places, pour fumeurs, l'autre de 16 pour non-fumeurs; il y a aux extrémités de la voiture deux terrasses couvertes, l'une pour le *wattman*, l'autre pour des voyageurs debout. et l'entrée des compartiments. Le poids en charge est de 58 *t* dont 17 d'accumulateurs.

La voiture est munie du frein à air Westinghouse comprenant pompe de compression, réservoirs d'air, triple valve, robinet de mécanicien, cylindre à frein, etc. La pompe est mue par une dynamo actionnée par le courant provenant des accumulateurs et mise en marche automatiquement, dès que la pression au réservoir baisse d'une quantité déterminée. Les voitures sont, bien entendu, éclairées à l'électricité, le courant étant fourni aux lampes par une batterie spéciale d'accumulateurs.

Le trajet de Milan à Monza, distance 13 *km*, s'effectue en 20 minutes. ce qui donne une vitesse moyenne de 39 *km* à l'heure. Les expériences ont indiqué que la charge des accumulateurs permet de fournir trois courses doubles, soit 78 *km* en tout. On pourra donc employer les voitures sur la ligne Milan-Pavie pour un parcours aller et retour de 72 *km*. (*Industria*, 5 et 12 février 1899, pages 84 et 103.)

Voiture pour l'éclairage des champs de bataille. — On a expérimenté avec succès, en Allemagne, une voiture pour éclairer les champs de bataille et faciliter la recherche des blessés après un engagement.

C'est une voiture semblable à celles qui sont employées dans l'armée allemande pour le transport des munitions et des malades; elle porte un moteur à pétrole de 5 *ch*, lequel actionne une dynamo dont le courant fait fonctionner quatre lampes à arc projetant leur lumière à une assez grande distance.

La voiture porte, en outre, divers autres accessoires pour le pansement des blessés, et les matériaux nécessaires pour installer une ambulance volante. (D'après l'*Army and Navy Gazette* du 15 décembre 1898, reproduit par la *Rivista di Artiglieria e Genio*, de janvier 1899, page 159.)

Pour la Chronique, les Comptes Rendus et les Informations Techniques,

A. MALLET.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliothèque du Conducteur de Travaux publics. — **Assainissement des villes, et égouts de Paris,** par M. Paul Wéry, conducteur municipal, chef de bureau du Service des égouts (1).

L'Ingénieur chercherait vainement, dans le livre de M. Paul Wéry, l'exposé et la discussion des principes qui pourraient le guider dans l'étude des questions d'assainissement au point de vue théorique. Ce n'est pas un livre de doctrine.

Par contre on y trouvera de nombreux détails, avec figures à l'appui, sur l'historique, l'exécution des travaux, les procédés d'exploitation et l'entretien des principaux systèmes qui ont été proposés et appliqués pour les différents éléments dont se compose le problème général de l'assainissement.

Sous ce rapport, l'ouvrage est aussi complet que possible, surtout en ce qui concerne le service de Paris; il relate avec des développements étendus, l'application du tout à l'égout, dans la cité et dans les maisons, y compris les règlements successifs s'y rapportant, et les règles adoptées par les Ingénieurs municipaux pour son exécution, et pour l'épuration des eaux qui en proviennent par l'épandage sur le sol.

Un exemple est donné d'un projet d'établissement de ce système dans une ville de 37 000 habitants dont les conditions locales paraissent bien se prêter à cette application.

Il faut remarquer que l'auteur a consacré un chapitre spécial à la description des systèmes de canalisations pneumatiques et l'a terminé par un projet complet, avec devis estimatif, dressé par la Compagnie de Salubrité pour l'assainissement d'une ville de 28 000 habitants. C'est certainement la seule partie inédite de la compilation que présente le volume, et ce n'est pas la moins intéressante pour les personnes qui s'occupent de ces questions.

Au sujet des égouts de Paris, un grand luxe de détails est apporté à la description du réseau des égouts de cette ville, des collecteurs anciens et récents, des syphons et des ouvrages accessoires. Les procédés de construction des divers types de galeries souterraines, les profils adoptés, les cahiers des charges et séries de prix et les prix de revient de chacun d'eux y sont exposés avec ampleur. Tous les appareils projetés, essayés, abandonnés ou appliqués dans ce service y sont mentionnés.

Enfin, un dernier chapitre traite de l'exploitation du réseau d'égouts parisien et de tout ce qui regarde le curage des petites galeries et des collecteurs, la bonne marche des syphons, le fonctionnement des chasses, des bassins à sable, du matériel très complexe en usage pour le nettoyage et l'entretien. Ce tableau est complété par le résumé des dépenses de cette exploitation ; les chiffres reproduits ne sont pas sans suggérer des réflexions d'un genre particulier quand on constate que

(1) Grand in-12 de 665 pages et 434 figures, Vve Ch. Dunod, Paris, 1898.

les frais annuels occasionnés par la tenue en état de 1 *km* de petite galerie ne sont pas éloignés de 2 500 *f* et qu'ils dépassent 13 000 *f* pour 1 *km* de collecteurs. On y voit aussi figurer une dépense de 230 000 *f* par an pour l'enlèvement de 20 000 m^3 de sable, qui ont déjà coûté un bon prix pour être jetés dans les égoûts par le service du balayage des chaussées.

En définitive, le livre en question, s'il n'apprend pas grand'chose aux initiés, a le grand mérite de réunir avec ordre et méthode une quantité de documents et de renseignements pratiques dont la recherche demanderait un temps fort long, et il offre à ce point de vue un réel intérêt.

Ed. Badois.

Le service actuel des trains rapides. — Belgique — Angleterre — France — Suisse — Notes de voyage 1897-98, par Camille Barbey (1).

Notre Collègue, M. Camille Barbey, déjà connu des membres de la Société par son bel ouvrage « Les locomotives suisses » que nous leur avons présenté dans le Bulletin de juillet 1896, vient d'offrir à notre bibliothèque un nouvel ouvrage qu'il vient de faire paraître et dont le titre figure en tête de ce compte rendu.

Dans ce livre, également édité avec le plus grand luxe, l'auteur dont la compétence n'a pas besoin d'être démontrée, s'est proposé de résumer, d'une manière sommaire, quelques notes de voyage et des observations faites en accompagnant les principaux trains rapides de Belgique, France et Angleterre.

On sait que la question des trains rapides est actuellement à l'ordre du jour, mais elle n'est pas toujours appréciée d'une manière exacte, et on entend quelquefois émettre à son égard des appréciations erronées. L'ouvrage dont nous nous occupons ici représente une contribution fort intéressante pour ce sujet.

Le programme de l'auteur consiste à rappeler sommairement dans quelles conditions au point de vue technique se sont effectués les parcours qu'il a faits, en indiquant la composition du train, le type de la machine et des voitures, le tracé du parcours, les conditions d'exploitation, signaux, etc., les vitesses de marche entre les points principaux, etc., en faisant suivre ces renseignements, présentés sous une forme pittoresque et exempte de sécheresse, d'appréciations et de critiques motivées.

Le premier chapitre comprend les trajets : Bienne-Bâle par le Jura-Simplon, Bâle-Luxembourg par les chemins de fer d'Alsace-Lorraine et Luxembourg-Ostende par les lignes de l'État Belge. Ce chapitre se termine par quelques renseignements sur le service entre Ostende et Douvres par les magnifiques paquebots du Gouvernement belge.

Le second chapitre est consacré aux chemins de fer anglais; il décrit les parcours de Douvres à Londres par le South-Eastern, de Londres à Édimbourg par la côte orientale, d'Édimbourg à Glasgow par le Calédonian, de Glasgow à Londres par le Calédonian et le London and North-

(1) Bâle et Genève, librairie Georg et Cie. Paris, Baudry et Cie.

Western, de Londres à Bristol par le Great Western et enfin de Londres à Portsmouth par le London and South-Western. En dehors de la partie consacrée à ces divers parcours, on trouve d'intéressants détails sur d'autres questions techniques telles que le Pont du Forth, les ateliers des chemins de fer et de constructeurs particuliers, etc.

Le troisième chapitre est consacré à la France; il ne donne que deux parcours; celui de Calais à Paris, par le Nord et celui de Paris à Delle, par l'Est. Il nous suffira de citer la conclusion très flatteuse par laquelle l'auteur termine ce chapitre : « Ayant d'ailleurs une admiration très motivée pour le service des trains rapides en Angleterre et pour les machines qui remorquent ces trains, nous avons éprouvé une grande satisfaction à constater que la machine compound à quatre cylindres du Nord l'emporte de beaucoup sur les meilleures machines anglaises, comme puissance, variabilité de l'effort à fournir et surtout comme fonctionnement économique et répartition du travail entre les deux essieux moteurs. »

Le chapitre IV, intitulé « les trains rapides en 1898 », contient des indications sommaires sur les nouveaux types de machines à grande vitesse actuellement en service ou en construction en Belgique, Angleterre, France et Suisse. On y trouve également quelques renseignements sur les nouvelles voitures, entre autres celles des trains express internationaux du Gothard. Ces trains sont vestibulés de bout en bout et composés de voitures et de fourgons montés sur bogies à deux essieux qui sont peut-être, dit l'auteur, les plus confortables et les plus luxueux qui existent en Europe.

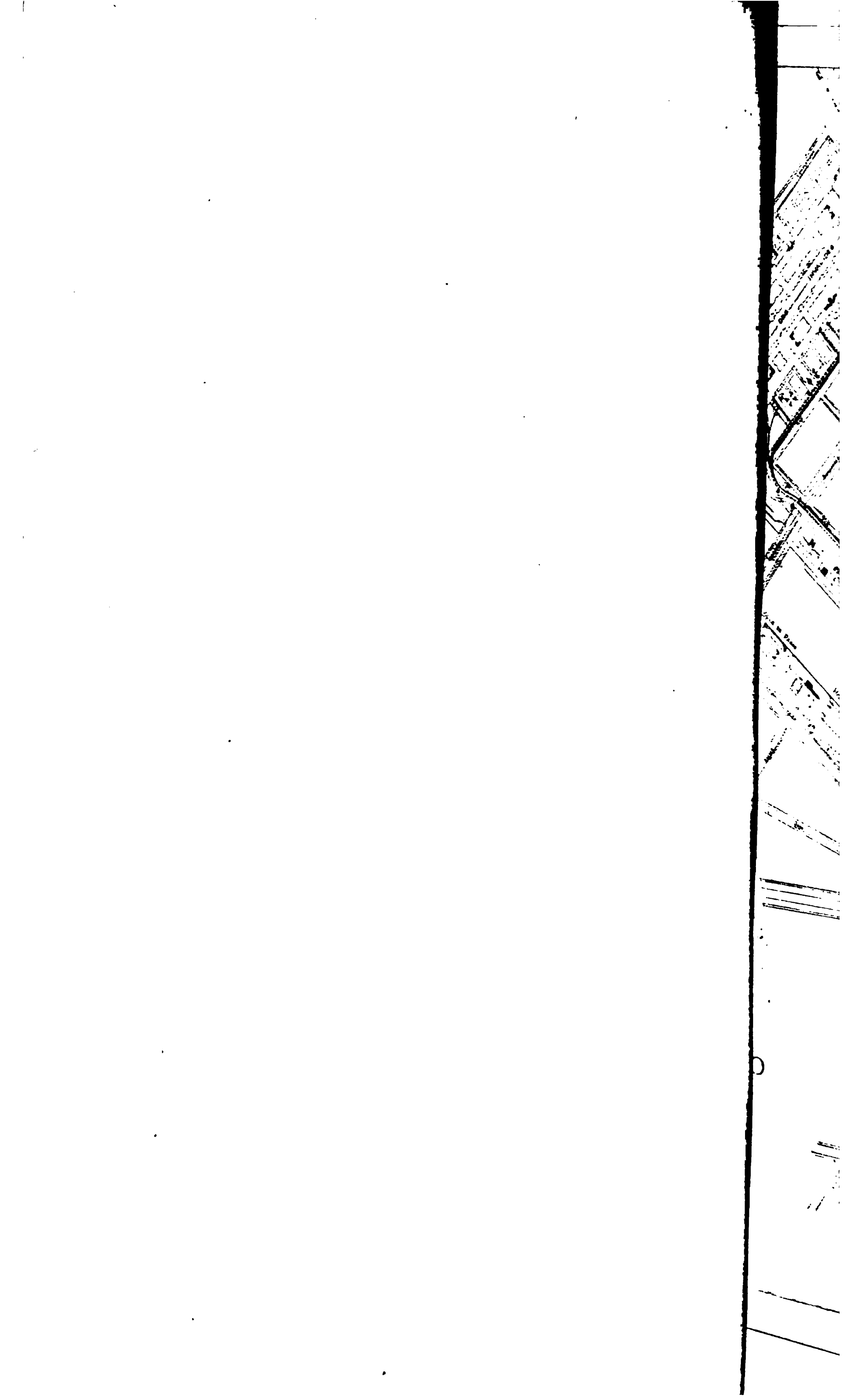
Un dernier chapitre, intitulé « Conclusion », donne des appréciations générales sur les voies, les machines, les freins, divers appareils accessoires de l'exploitation, les signaux, à propos desquels l'auteur se prononce très nettement en faveur de la marche à droite et des signaux à droite, déjà employés dans divers pays et qui sont plus logiques, étant donnée la position des mécaniciens sur la plate-forme des machines. M. Barbey termine cette étude en exprimant sa foi entière dans l'avenir de la locomotive à vapeur qui a reçu bien des perfectionnements depuis l'époque où certains esprits la considéraient comme ayant atteint sa limite d'amélioration.

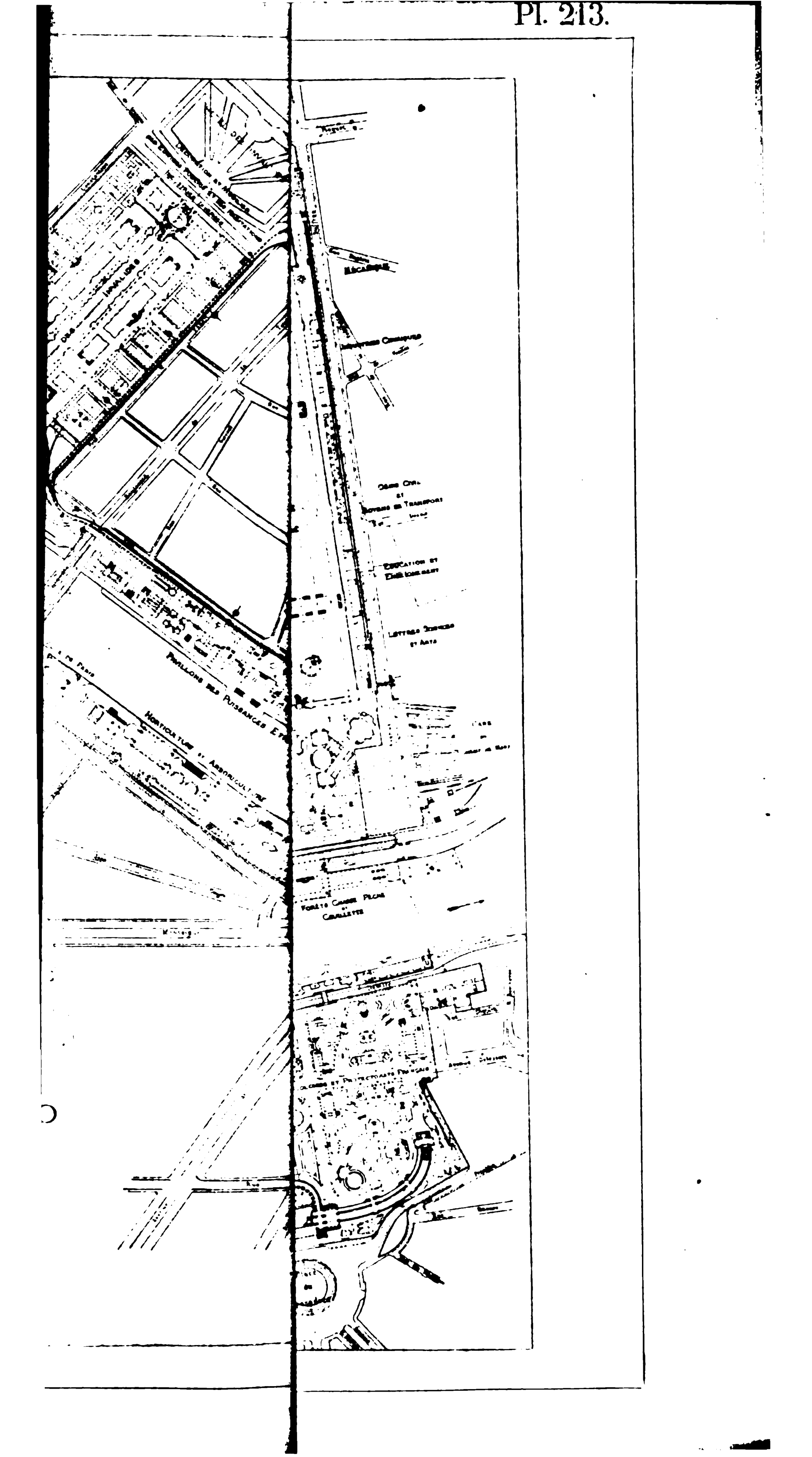
L'ouvrage, dont nous avons essayé de donner une idée, est illustré d'une centaine de très belles photogravures. Nous sommes certain qu'il sera lu avec intérêt et fruit par tous ceux de nos Collègues que touche la question si brûlante des transports rapides par chemins de fer, et nous nous applaudissons d'avoir, l'été dernier, vivement insisté auprès de l'auteur pour qu'il se décidât à faire paraître ces notes que par une excessive modestie il hésitait à livrer à la publicité.

A. Mallet.

Le Gerant, Secrétaire Administratif,
A. de Dax.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 3460-2-99. — (Encre Lorilleux).




Mécanique
Industries Chimiques
Génie Civil
et
Moyens de Transport
Éducation et
Enseignement
Lettres Sciences
et Arts
Pavillons des Puissances Ét
Horticulture et Arboriculture
Forêts Chasse Pêche
et
Cueillettes
Invalides

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

MARS 1899

N° 3

Sommaire des séances du mois de mars 1899 :

11° *Mines d'or du Contesté franco-brésilien* (Avis d'une Conférence sur les) (Séance du 17 mars), page 373;

12° *Monument Giffard* (Avis de M. le Président relatif à l'érection, dans la grande salle des séances, du) (Séance du 17 mars), page 374;

13° *Nominations :*

De MM. G. Fouret, Ed. Gruner et A. Poirrier, comme Membres du Comité Consultatif des Assurances contre les accidents du travail (Séance du 3 mars), page 366;

14° *Outillage économique de la Régence de Tunis* (Avis d'une Conférence sur l') (Séance du 17 mars), page 373;

15° *Ouvrages reçus* (Séances des 3 et 17 mars), page 359;

16° *Recensement français des industries et professions en 1896* (Procédés du) par M. L. March (Séance du 17 mars), page 376;

17° *Société des Ingénieurs et Architectes Autrichiens* (Avis du Cinquantenaire de la) (Séance du 17 mars), page 374;

Mémoires contenus dans le Bulletin de mars 1899 :

18° *Chauffage électrique (Le)*, par M. Aug. Lalance, page 385;

19° *Dispositifs récents de dragues à grande puissance*, par M. J. Massalski, page 379;

20° *Industrie des Pêches maritimes et Exposition de Bergen*, par M. J. Pérard, page 436;

21° *Nouveau mode de déchargement rapide des chalands transportant du charbon et autres matériaux, système M. J. Paul*, par M. G. Courtois, page 432;

22° *Nouveau procédé électro-métallurgique de fabrication du fer, des aciers et de leurs alliages*, de M. le capitaine Stassano; analyse par M. E. Hubou, page 425;

23° *Procédés du recensement des industries et professions en 1896*, par M. L. March, page 397;

24° *Chronique* n° 231, par M. A. Mallet, page 472;

25° *Comptes rendus*, — page 483;

26° *Informations techniques*, — page 490;

27° *Bibliographie :*

Abaques des efforts tranchants et des moments de flexion maxima développés dans les poutres à une travée par les surcharges du règlement du 29 août 1891, sur les ponts métalliques, de M. Marcelin Duplaix, par M. A. Gouilly, page 513;

Cours de mécanique appliquée aux machines, de M. J. Boulvin, par M. A. Mallet, page 514;

Traité théorique et pratique des moteurs à gaz, de M. Aimé Witz, par M. G. Baignères, page 515;

Applications de la photographie à l'industrie, de M. G.-H. Niewenglowski, par M. P. Mercier, page 516;

Fumisterie, chauffage et ventilation, de M. E. Aucamus, par M. R. Soreau, page 517;

Instruments et méthodes de mesures électriques industrielles, de M. Armagnat, par M. O. Rochefort, page 518;

28° *Planche* n° 214.

Pendant le mois de mars 1899, la Société a reçu :

Agriculture.

Ministère de l'Agriculture. Bulletin (annexe). Direction de l'Hydraulique agricole. Documents officiels. Statistique. Rapports. Fascicule V (grand in-8° de 254 p. avec 5 pl.). Paris, Imprimerie Nationale, 1898. 38772

Chemins de fer.

Barbey (C.). — *Le service actuel des trains rapides : Belgique, Angleterre France, Suisse. Notes de voyage 1897-98*, par Camille Barbey, (grand in-4° de VIII-71 p. avec 2 frontispices et 96 fig.). Bâle et Genève, Georg et C°. Paris, Baudry et Cie, 1899 (Don de l'auteur, M. de la S., et des éditeurs). 38775

Goering (C.). — *Ueber die verschiedenen Formen und Zwecke des Eisenbahnwesens.* Rede zum Geburtsfeste Seiner Majestät des Kaisers und Königs Wilhem II, in der Aula der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin am 26 Januar 1899 gehalten von den zeitigen Rektor A. Goering (grand in-8° de 21 p.), Berlin, Denter und Nicolas, 1899. 38776

Kareicha (C.-D.).— *Siévero Amerikanskiya Jéliézniiya doroghi*, ve C. D. Kareicha (grand in-4° de 768 p. avec 27 pl.). S. Peterbourghe, 1896. 38808

Chimie.

Niewenglowski (G.-H.). — *Applications de la photographie à l'industrie*, par G.-H. Niewenglowski (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (petit in-8° de 194 p.). Paris, Gauthier-Villars, Masson et Cie (Don de l'éditeur). 38783

Villon (A.-M.) et Guichard (P.). — *Dictionnaire de chimie industrielle. contenant les applications de la chimie à l'industrie, à la métallurgie, à l'agriculture, à la pharmacie, à la pyrotechnie et aux arts et métiers*, par MM. A.-M. Villon et P. Guichard. Tome deuxième. Fascicule 19. Cahiers 54 à 61. Paris, Bernard Tignol (Don de l'éditeur). 38771

Construction des machines.

BOULVIN (J.). — *Cours de mécanique appliquée aux machines. Professé à l'École spéciale du Génie civil de Gand*, par J. Boulvin. *8e fascicule. Appareils de levage. Transmission du travail à distance* (grand in-8° de 248-xxx p. avec 200 fig.). Paris, E. Bernard et Cie, 1899 (Don de l'éditeur). 38799

NITTIS (G.-H. DE). — *Notice sur le générateur de vapeur « Duplex », système Mähl et de Nittis*, présentée par Georges Hallam de Nittis (grand in-8° de 34 p. avec 1 pl.). Paris, veuve Ch. Dunod, 1898 (Don de l'auteur, M. de la S.). 38777

SINIGAGLIA (F.). — *Application de la surchauffe aux machines à vapeur*, par F. Sinigaglia (Extrait de la Revue de Mécanique 1897-1898) (in-4° de 111 p.). Paris, Veuve Ch. Dunod. 1898 (Don de l'auteur). 38794

WOLFF (J.). — *Notice de route sur la conduite et l'entretien du tricycle automobile de MM. de Dion et Bouton*, par J. Wolff, 2e édition, 1898 (1 br. 135 × 110 de 72 p.). Saint-Étienne, J. Le Hénaff (Don de l'auteur). 38759

WOLFF (J.). — *Notice de démontage et graissage du tricycle de MM. de Dion et Bouton*, par J. Wolff (1 br. 135 × 110 de 37 p.). Saint-Étienne, J. Le Hénaff (Don de l'auteur). 38760

Économie politique et sociale.

Annuaire de l'Industrie Française et du commerce d'exportation. Tarifs des douanes françaises et étrangères. Année 1898. Paris, Administration, 20, boulevard du Montparnasse. 38795

Bulletin de la Société d'Économie politique (Suite des Annales). Publié sous la direction du Secrétaire perpétuel. Année 1898 (in-8° de 212 p.), Paris, Guillaumin et Cie. 38804

Statistique générale de la France. Tome XXVI. Statistique annuelle. Année 1896 (République Française. Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Office du Travail) (grand in-8° de 225 p.). Paris, Imprimerie Nationale, 1898. 38784

Électricité.

COLIN (L.-V.). — *Communication faite le 3 février 1897 à la Société Internationale des Electriciens sur les applications de la transformation de l'énergie électrique en chaleur*, par L.-V. Colin (in-8° de 32 p.). (Ancienne maison Godin, Société du Familistère de Guise, Colin et Cie, à Guise, Aisne) (Don de l'auteur). 38812

DACREMONT (Éd.). — *Électricité. Deuxième partie. Applications industrielles*, par Édouard Dacremont (Bibliothèque du Conducteur de Travaux publics) (in-16 de xii-642 p. avec 321 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1899 (Don de l'éditeur). 38796

Instructions générales pour l'exécution des installations électriques à l'intérieur des maisons, rédigées par la Chambre syndicale des industries électriques (in-8° de 12 p.). Paris, Rijckevorsel, 1899 (Don de M. E. Sartiaux, M. de la S.) 38801

LIPPMANN (G.), BERGET (A.). — *Unités électriques absolues.* Leçons professées à la Sorbonne 1884-1885, par G. Lippmann. Rédigées par A. Berget (in-8° de 240 p.). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1899 (Don des éditeurs). 38803

Enseignement.

University of the State of New-York. Annual Report of the Regents. Vol. 109, 1895 (2 vol. in-8°). Albany, University of the State of New-York, 1897. 38792 et 38793

University of the State of New-York. Examination Department. Annual Report. Vol. 4, 1896; vol. 5, 1897 (2 vol. in-8°). Albany, University of the State of New-York, 1897 et 1898. 38790 et 38791

Géologie et sciences naturelles diverses.

University of the State of New-York. Bulletin of the New-York State Museum. Vol. 4, n°s 16, 17 et 18 (3 vol. grand in-8°). Albany, University of the State of New-York, 1897. 38785 à 38787

University of the State of New-York. New-York State Museum. Annual Report of the Regents. Vol. 49, 1895; vol. 50, 1896 (2 vol. in-8°), Albany, University of the State of New-York, 1897. 38788 et 38789

Législation.

American Society of Mechanical Engineers. Officers, Members and Rules. January, 1st 1899 (in-8° de 128 p.). New-York, J. J. Little and C°. 38806

American Society of Mechanical Engineers. Officers, Rules and Geographical List of Members. January, 1st 1899 (1 vol. 125 × 70 de 127 p.). 38807

Association des Ingénieurs sortis de l'Université de Bruxelles. Ecole Polytechnique. Liste des Membres, 1899 (in-8° de 20 p.). Bruxelles, H. Mommens. 38782

FARJAS (H.). — *Annuaire Farjas pour les Inventeurs. Volume I. Législation. Jurisprudence. Deuxième année 1899* (grand in-8° de 516 p.). Paris, 4, rue de la Chaussée-d'Antin (Don de l'auteur, M. de la S.). 38773

FARJAS (H.). — *Annuaire Farjas pour les Inventeurs. Volume II. Revue des Inventions. Livre d'or. Deuxième année 1899* (grand in-8° de 326 p.). Paris, 4, rue de la Chaussée-d'Antin (Don de l'auteur, M. de la S.). 38774

Mines.

COLOMER (F.). — *Exploitation des Mines*, par Félix Colomer (Bibliothèque du Conducteur de Travaux publics) (in-16 de VIII-344 p. avec 176 fig.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1899 (Don de l'éditeur). 38811

Navigation maritime.

Institute of Marine Engineers. Session 1897-1898. Ninth Annual Volume of Transactions. London, 1899. 38805

Sciences mathématiques.

BAUYADJIAN (H.-N.).— *Manuel du Bachelier-Constructeur. Première partie. Résistance des matériaux*, par H.-N. Bauyadjian (grand in-8° de 88 p.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1899 (Don de l'éditeur). 38798

DUPLAIX (M.). — *Résistance des matériaux. Abaques des efforts tranchants et des moments de flexion développés dans les poutres à une travée par les surcharges du Règlement du 29 août 1891 sur les ponts métalliques*, par Marcelin Duplaix (in-8° de 102 p. avec atlas 330×220 de 8 pl.). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1899 (Don des éditeurs). 38780 et 38781

DUPUY ET CUËNOT. — *Barèmes destinés à faciliter le calcul des ponts métalliques à une ou plusieurs travées. Première partie. Poutres reposant sur deux appuis*, par MM. Dupuy et Cuënot (Extrait des Annales des Ponts et Chaussées) (in-8° de 132 p.). Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1895 (Don de l'éditeur). 38810

DUPUY ET CUËNOT. — *Barèmes destinés à faciliter le calcul des ponts métalliques à une ou plusieurs travées. Deuxième partie. Poutres continues*, par MM. Dupuy et Cuënot (Extrait des Annales des Ponts et Chaussées, 3e trimestre 1897) (in-8° de 184 p. avec 6 pl.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1898 (Don de l'éditeur). 38802

HAERENS (E.). — *Note sur le calcul du pont Vierendeel*, par E. Haerens (Extrait des Annales de l'Association des Ingénieurs de Gand, tome XXII, 1re livraison) (in-8° de 7 p.). Bruxelles, J. Goemaere, 1899 (Don de l'auteur). 38768

Technologie générale.

Grand Annuaire de la Construction mécanique et de la Métallurgie. 1899. Directeur : Émile Monod (grand in-8° de 734 p. à 2 col.). Paris, Société des Grands Annuaires (Don de M. Émile Monod). 38809

HUNT (Ch.-W.). — *American Society of Mechanical Engineers. Annual address of the President, 1898*, by Charles Wallace Hunt (Forming a part of volume XX of the Transactions (in-8° de 15 p.) (Don de l'auteur). 38763

Minutes of Proceedings of the Engineering Association of New South Wales. Vol. X 1894-1895 (in-8° de XLVII-123 p. avec XXXVI pl.). Sydney, Published by the Association. 38779

Société Belge des Ingénieurs et des Industriels. Rapport annuel. Exercice 1898-1899 (in-8° de 35 p.). Bruxelles, Imprimerie des Travaux publics. 38769

Société Belge des Ingénieurs et des Industriels. Règlement organique du Comité d'études (in-8° de 3 p.). Bruxelles, D. Stevelinck. 38770

Travaux publics.

Alzola y Minondo (D. P. de). — *Las Obras Públicas en España*, por D. Pablo de Alzola y Minondo (Biblioteca de la Revista de Obras Publicas) (grand in-8° de 599 p.). Bilbao, Imprenta de la Casa de Misericordia, 1899 (Don de la Biblioteca de la Revista de Obras Públicas). 38764

Bergès (P.-A.) et Bravet (L.). — *Projet de création et de transport de force motrice pour alimentation d'eau, le tout à l'égout et la distribution de l'électricité à la ville de Lyon*, par M. P.-A. Bergès et M. L. Bravet (Extrait des Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils de France. Bulletin de mai 1897) (in-8° de 1 p.). Paris, 19, rue Blanche (Don des auteurs, M. de la S.). 38761

Bergès (P.-A.). — *Ville de Lyon. Au sujet du Projet Annecy-Rhône dit aussi Annecy-Lyon*, par P. Aristide Bergès (petit in-4° de 47 p. avec 1 pl.). Lyon, Alexandre Rey, 1898 (Don de l'auteur, M. de la S.). 38762

Claudel (J.) et Laroque (L.), Barre (L.-A.). — *Pratique de l'art de construire*, par J. Claudel et L. Laroque. 6e édition, avec figures, complètement refondue et augmentée de chapitres nouveaux, par L.-A. Barré (in-8° de xliv-1063 p.). Paris, Vve Ch. Dunod, 1899 (Don de l'éditeur). 38797

Constructions Suisses. — Publiées par la Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes. IIe livraison (in-f°, pages 9 à 12 et pl. 12 à 21). Zurich, Albert Rausten, 1898 (Don de la Société Suisse). 38800

Voies et moyens de communication et de transport.

Annuaire de l'Administration des Postes et Télégraphes de France pour l'année 1899. Janvier 1899. 79e année (in-8° de 364-160-XX p.). Paris, Paul Dupont, 1899. 38778

Les Membres nouvellement admis pendant le mois de Mars 1899, sont :

Comme Membres Sociétaires, MM. :

L.-Ch. Beaudeveix, présenté par MM. Bardolle, Degouet, P. Roux.
Ch.-E. Bernard, — J. Durupt, A. Retterer, F. Retterer.
P. Borrot, — Dumont, E. Barbet, Couriot.
T.-P. Bourgue, — Dumont, Herdt, Schabaver.
R.-O. Brémond, — Allaire, Brard, Couriot.
E.-P. Butts, — Fitz-Gérald, Fuertes, Thurston.
A.-C. Cappe, — Dumont, Badois, Maurice.
P.-G. Carrier, — Dumont, Courtois, J. Durupt.
L. Chambon, — Béliard, Hébert, Wurgler.
E.-N.-F. Delamare-Deboutteville, — Dumont, Cacheux, Driessens.
Baron A. Delort de Gléon, — Dumont, Baclé, Diligeon.
E. Despas, — Chandelier, Germon, E. Vuillaume.
E.-P. Douziech, — E. Polonceau, Durant, R. Polonceau.
E. Dubuisson, — Dumont, Bodin, Hegelbacher.
E. Ducretet, — Dumont, Bourdil, de Nansouty.
G. Dulau, — Loreau, Coiseau, Couvreux.
L. Dumontant, — Birlé, Bonnet, Fauquier.
F. Elliker, — Cheuret, A. Clerc. Drioton.
J.-P.-L. Faure-Beaulieu. — Faure-Beaulieu, E.-B.-P. Garnier, Lecouteux.
E. Fungairino, — F. Cantero, F. Cantero y Villamil, de Dax.
E. Gautier, — Cochelin, Damoizeau, Roulleau.
M.-A. Gontier, — Canet, Charvet, Merveilleux du Vignaux.
V.-N. Hicguet, — Audemar, Bidou, Ladret.
H. Lacaze, — Hignette, Laurain, A. Moreau.
Ch. Lamy, — Dumont, Huet, Baignères.
Ch. Legras, — Dumont, Baignères, Gallais.
P. Lemaire, — Joannis, Lanier, L. Monnier.
L.-P. Lemerle, — de Bovet, Josse, J. Piat.
N. Liefland, — Dumont, Jannettaz, Journolleau
H. Limousin, — Mesureur, Brandon, E. Chouanard.
A. Llatas, — Cornet y Mas, de Madrid Davila, Serrat y Bonastre.
M. Louvel, — Euchène, Gigot, Riché.
B. Magalhaes, — Duprat, Festa, Spencer.
P.-E. Marchand, — Manaut, Riché, Roman.
A.-D. Nettre, — Cazevitz, Meyer-May, Rousselle.
V.-J. Portet, — Durupt, A. Retterer, F. Retterer.

Ch.-M.-E. Priestley, présenté par MM. Cleiren, Filleul-Brohy, Sartiaux
A.-G. Radenac, — Durupt, Rouché, Supervielle.
M. Raffard, — Loreau, Dumont, Baudoux-Chesnon.
A. Riester, — Bert, Jannettaz, L. Mathieu.
J. Salomon, — Bartissol, Patrouix, Robert.
A. Scala. — Dumont, Badois, E. Bert.
M. Serret, — F. Cantero, Cantero y Villamil, de Dax.
F. Tixier, — Deharme, Grosselin, Lordier.
E. Vedovelli, — Cleiren, Filleul-Brohy, Sartiaux
A. Villota y Baquiola, — F. Cantero, Cantero y Villamil, de Dax.
L. Zoude, — A. Belin, E. Belin, Detrois.

Comme Membres Associés, MM. :

F. Allard, présenté par MM. Couvreux, Coiseau, L. Henry.
Ch.-V. Bartaumieux, — Dumont, Canet, G. Courtois.
J. Bessonneau, — L. de Clercq, Fleury, Pralon.
E.-A. Dechenaux, — Dumont, Badois, E. Bélin.
H. Deroy, — Dumont, Cahen-Strauss, Hubou
R. Dupoy, — Desforges, Neveu, Vanderpol.
Ch. Fondu, — Dumont, Badois, Maurice.
E. Protin, — Dumont, Maurice, Vinçotte.
J. Saint-Cric, — Moineau, Pilleaud, Rancelant.
G. Salmon, — Dumont, Desforges, Maunoury.

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU MOIS DE MARS 1899

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 3 MARS 1899

Présidence de M. G. Dumont, Président.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. le Président a le plaisir d'annoncer que les collègues dont les noms suivent ont été l'objet de distinctions honorifiques :

Officiers de l'Instruction publique : MM. L.-A.-C. Bidou, P. Mercier, Ch. Nizet.

Officiers d'Académie : MM. F.-H. Auderut, E.-J. Barbier, M.-J-E.-E. Baudon, J.-E. Bocquin, F.-F. Bourdil, E. Boyer, E.-J.-L. Brunswick, A.-J. Dague, J.-L.-A. Desmarest, E. Favier, H.-M.-G. Féolde. Ch. Gallaud, E.-L. Gaveau, H. Laval, P.-J.-B.-Ch.-A. Lefèvre, E.-L.-P. Leuvrais, E. Lizeray, J. Pérard.

Chevaliers de 1re classe (officiers) de Saint-Olaf de Norvège : MM. E. Cacheux et J. Pérard, à la suite de l'Exposition internationale des pêches de Bergen.

M. le Président est heureux d'annoncer que MM. G.-F. Fouret, Ed. Gruner et A.-F. Poirrier ont été nommés membres du Comité consultatif des Assurances contre les accidents du travail.

M. le Président informe ses collègues que la Société a reçu un assez grand nombre d'ouvrages dont la liste sera insérée à la suite du procès-verbal. Plusieurs de ces ouvrages feront l'objet d'une analyse dans le Bulletin.

L'ordre du jour appelle la communication de M. J. Pérard sur l'*Industrie des Pêches maritimes et l'Exposition de Bergen*.

M. J. Pérard dit que l'industrie de la pêche maritime est depuis un certain nombre d'années en voie de transformation, et tend, de jour en jour davantage, à employer des engins de pêche plus puissants, plus perfectionnés et des navires de plus fort tonnage. De plus, le nombre des vapeurs de pêche augmente dans des proportions considérables; l'Angleterre en possède 980, l'Allemagne 130, la France environ 80. M. Pérard indique ensuite quelle est l'importance de l'industrie des pêches maritimes pour la France et les différentes nations étrangères; en France la valeur des produits de la mer atteint environ 100 millions de rancs, dont 39 0/0 sont représentés par la vente du poisson frais (soles, urbots, plies, grondins, congres, etc.) Cette pêche de poisson frais est effectuée de bien des manières différentes, mais deux procédés, *les cordes* et *le chalut*, méritent, à cause de leur importance, une étude spéciale. M. Pérard décrit les types divers de navires à voile ou à vapeur employés dans cette pêche et indique comment s'effectue la manœuvre des engins. A bord des voiliers, cette manœuvre est des plus pénibles; aussi a-t-on songé à employer des cabestans à vapeur ou à pétrole, pour faire ce halage. Ces tentatives n'ont pas été couronnées de succès, mais M. Pérard ne doute pas que, recommencées dans de meilleures conditions et en tenant compte des exigences toutes spéciales que doivent remplir ces engins, on n'arrive bientôt à un résultat favorable.

Cela serait d'autant plus désirable que c'est en partie en perfectionnant leur outillage que l'on pourra permettre aux voiliers de lutter contre la concurrence désastreuse que leur font les vapeurs. Il faut aussi, dans ce but, fournir a nos marins, et à nos patrons de barques de pêche, des connaissances nautiques suffisantes pour leur permettre de s'éloigner des côtes, où les fonds sont fort appauvris. Il faut aussi augmenter les débouchés des produits de la pêche en favorisant leur transport rapide et à bon marché vers l'intérieur du pays, en perfectionnant les procédés de conservation de toutes sortes qui permettent de tirer un meilleur parti des produits de la mer. La réalisation des diverses parties de ce vaste programme a été entreprise par la Société « *l'Enseignement professionnel et technique des pêches maritimes* » dont le Président est notre collègue M. Cacheux; cette Société a contribué à la création en France de onze écoles de pêche; elle organise des concours, des congrès et rend, à cet égard, les plus grands services. C'est aussi grâce à elle qu'a été organisée la section Française à l'Exposition internationale des pêches de Bergen. M. Pérard montre tout l'intérêt que présentait ce concours pour nos nationaux, comment ceux-ci ont répondu à l'appel du Comité d'organisation, et ont permis de montrer la perfection de notre fabrication française. La France a en effet obtenu à Bergen le plus grand nombre de récompenses, et celles de l'ordre le plus élevé. Grâce à cette exposition, nos lièges exposés par le gouvernement de l'Algérie, le sel de Tunisie ou des salins du Midi, l'huile algérienne, nos conserves de toutes sortes, nos filets, toiles à voile, chaines, cordages, machines à glace, etc., trouveront en Norvège un débouché important. Les autres pays qui participaient à cette exposition étaient la Russie, les États-Unis, le Japon, le Danemark, la Suède; il y avait aussi quelques exposants anglais et allemands. M. Pérard donne quelques détails sur ces sections et étudie

plus particulièrement la section norvégienne. M. Pérard donne, au moyen d'une série de projections, une idée très nette de l'aspect si pittoresque que présente le littoral de la Norvège. Il montre comment se pratique la pêche de la morue et étudie les diverses préparations auxquelles cette pêche donne lieu (klipffisk, stockfisk, colle, guano, huile médicinale de foie). Passant ensuite aux pêches du hareng, du maquereau et du saumon, il nous explique tous les détails de capture et de préparation qu'elles nécessitent et nous indique l'importance du commerce d'exportation de ces produits.

Il donne enfin quelques détails sur l'industrie de la conserve de poisson (kermetik) en Norvège et sur le développement très important qu'elle a atteint dans ces dernières années (l'exportation des conserves norvégiennes a triplé en 5 ans). Il pense que ce développement doit être attribué en partie à l'influence de la *Station d'essai de Bergen*, sorte d'école destinée à former des contremaîtres pour les fabriques de conserves, les saleries, usines à guano, etc.; et il émet l'avis qu'une ou plusieurs écoles de ce genre rendraient en France de grands services et seraient le complément des écoles de navigation créées par la Société de l'Enseignement des pêches.

Il termine en souhaitant que sa communication ait pu intéresser ses collègues à l'industrie de la pêche maritime dans laquelle l'Ingénieur Civil peut trouver un vaste champ d'études et d'applications.

M. le Président est assuré d'être l'interprète de nos Collègues en adressant ses très vifs remerciements à M. Pérard sur la brillante communication qu'il vient de faire; il a su nous initier à tous les détails d'une industrie très intéressante, à laquelle les Ingénieurs peuvent apporter des perfectionnements fort importants; il nous a fait connaître les sites les plus pittoresques de la Norvège en projetant une série de vues très remarquables. M. le Président lui adresse, au nom de la Société, toutes ses félicitations pour le grand succès qu'il a obtenu personnellement à l'Exposition de Bergen, où il représentait la France et où il a servi si bien les intérêts très importants des Ingénieurs Civils et de l'industrie de la pêche.

La parole est à M. G. Courtois pour sa communication sur *un Système de bateau transporteur-déchargeur de charbon et autres matériaux.*

M. G. Courtois rappelle que, dans la dernière séance, notre Collègue, M. Armengaud jeune, à propos de sa communication sur la plate-forme à deux vitesses destinée à l'Exposition de 1900, montrait l'extension de plus en plus considérable que prenaient les chemins mobiles continus. Le système de déchargement rapide des chalands imaginé par M. Paul, est basé sur le principe de ces chemins roulants.

Dans ces chalands, deux cloisons longitudinales et ayant toute la hauteur de ces bateaux, laissent entre elles un étroit couloir, de chaque côté duquel sont entassés les matériaux (charbon, cailloux, etc.), qui constituent le chargement.

Des portes, percées de place en place, laissent, suivant les besoins, ces matériaux tomber dans ce couloir.

Au fond de ce dernier est placée une chaine sans fin, constituée par une série d'éléments portant des plaques recourbées en forme de godets de drague. Cette chaine sans fin s'enroule à l'arrière du bateau, sur une roue pignon qui reçoit le mouvement d'un moteur et qui, à l'avant, se relève pour continuer sa course le long d'un bras incliné en forme de chèvre. On comprend que, quand la chaine est en mouvement et que les portes sont ouvertes, le charbon tombe sur cette chaîne, puis entraîné par elle, remonte le long de la chaîne pour venir se déverser d'une façon continue à la partie supérieure.

Après avoir donné quelques détails sur le rendement des chalands construits suivant ce système, M. Courtois termine par quelques projections, et en faisant fonctionner sous les yeux de ses Collègues un modèle de ces bateaux.

M. le Président remercie M. G. Courtois de ses explications intéressantes et donne la parole à M. Massalski pour sa communication sur la *Question des dragues.*

M. Massalski rappelle qu'il a eu l'honneur de faire partie de la délégation représentant la Société au VII[e] Congrès international de navigation tenu à Bruxelles en juillet dernier.

Le compte rendu de ce Congrès a déjà été fait à la Société d'une façon très complète et très intéressante par notre Collègue M. J. Fleury. La communication actuelle sera limitée à la discussion de quelques considérations présentées par M. Massalski dans la troisième section dont il était rapporteur sur la quatrième question mise à l'ordre du jour du Congrès.

Cette discussion a porté entre les Ingénieurs américains et les Ingénieurs français sur l'application des désagrégateurs aux dragues aspiratrices ou suceuses.

Dans son rapport, M. Massalski rappelait que la drague suceuse était plus économique dans sa construction, sa production et son entretien, mais ne convenait pas à tous les terrains, la drague à godets restant toujours l'outil classique.

Tous les terrains, quels qu'ils soient, sont enlevés par le godet. La force et la forme du godet peuvent être modifiés, le rendement variera, mais la drague à godet, bien conçue, triomphera de tous les obstacles.

La drague suceuse, au contraire, est d'un emploi limité. Il lui faut des terrains d'alluvions essentiellement meubles et se mettant en mouvement par le simple effet d'entrainement d'un courant d'eau aspiré par une pompe.

Une pompe peut être capable d'aspirer des objets très lourds comme des obus, des pavés et jusqu'à des roues de wagonnets pesant 35 *kg*, et être sans action sur des terrains de densité moyenne, mais trop compacts. Aussi, dès le début des dragues suceuses, eut-on l'idée d'ameublir mécaniquement ces terrains, mais les expériences qui ont été faites ont toujours donné des résultats insuffisants.

En comparant l'utilisation des forces dépensées dans les deux systèmes, on voit que, dans la drague à godets, une partie de la force est dépensée dans la traction de la chaîne et l'élévation des déblais, et que, dans la drague suceuse, la force est perdue dans le pompage de l'eau.

Il est clair que, pour un terrain meuble et à égalité de dépense de force, la suceuse est beaucoup plus économique.

M. Massalski mentionne ensuite les grands travaux de dragage exécutés sur le Mississipi par l'Ingénieur américain, M. Bates, mais il critique l'emploi qu'il a fait des désagrégateurs ou *cutters* qui, selon lui compliquent beaucoup la drague suceuse, bien qu'ils soient fort intéressants. Les grandes dragues suceuses simples sans cutters, auraient pu, suivant M. Massalski, être employées aussi efficacement et plus économiquement sur les bancs de sable du Mississipi.

M. Massalski est partisan des grandes dragues suceuses de 5 à 600 m^3 remplaçant celles de 250 à 300 m^3. Pourtant il y a une limite et il trouve que M. Bates va trop loin dans ce sens. A l'appui de son dire, il compare le prix de revient de la drague américaine « Béta » et celui de nos dragues courantes. L'énorme drague « Béta » produisant 1 200 m^3 par heure refoulés à 300 *m* avec un équipage de 59 hommes, coûte 900 000 *f*. Le prix de revient est 0,15 *f* par mètre cube sans intérêt ni amortissement.

Pour réaliser ce cube, on emploierait en France trois suceuses ordinaires produisant chacune 600 m^3 par heure, coûtant, chacune, 300 000 *f*, et on aurait un prix de revient bien inférieur à 0,15 *f*. De plus, le travail serait bien mieux assuré par trois dragues que par une seule qui, si elle se détériore, arrête complètement tout le service.

Il est encore une considération importante dont il faut tenir compte dans l'utilisation des dragues suceuses. Il ne suffit pas, en effet, qu'un terrain se prête à l'aspiration ; il faut, en plus, que le déblai se dépose facilement. Or, certains sables très fins se laissent bien entrainer, mais sont absolument rebelles à la décantation. Inversement, un sable déposant bien est difficilement refoulé dans une conduite.

La suceuse, à l'inverse de la drague à godets, est plus efficace sur une barre à la mer dans une masse de sable, que pour le travail en rivière. Sa meilleure production s'obtient en laissant pénétrer l'élinde à 3 ou 4 *m* de profondeur. En résumé, à la suite de toutes ses observations, le bureau de la troisième section du Congrès adopta les conclusions présentées par M. le professeur V. de Timonoff et par M. Massalski. Ces conclusions proclamaient la supériorité de la drague suceuse sur la drague à godets, comme puissance et économie dans les terrains pouvant être facilement aspirés.

Pour tous les autres terrains, la drague à godets seule pouvait être pratiquement utilisée.

M. le Président remercie M. Massalski de sa communication et ajoute que, comme il croit que cette question des dragues a une grande importance, il a prié ceux de nos Collègues qui se sont occupés spécialement de cette question, de nous apporter des faits nouveaux. Il demande donc à nos Collègues ici présents s'ils peuvent donner des renseignements intéressants sur la question des dragages, sinon sur la drague suceuse au moins sur les autres engins et de faire connaitre les progrès accomplis depuis la dernière communication qui nous a été faite sur la question. Il leur demande, en outre, s'ils pensent que cette question puisse être mise à l'étude par notre Société et sous quelle forme.

M. H. Hersent ne croit pas que la question ait beaucoup avancé depuis un certain temps; ce ne sont guère que les dragues suceuses qui ont progressé. Quand aux dragues à godets, elles sont restées ce qu'elles étaient. Il en faut pour différents terrains, comme les terrains meubles, les terrains durs. On en a fait de plus grandes dimensions, sans que ce soit toujours justifié. Il croit que ce sont les dragues de moyenne force qui donnent des résultats économiques. Pour obtenir une grande production, il faut d'abord un trou pour recevoir le déblai. Il faut loger le sol; la grande difficulté, c'est de loger le produit qu'on a dragué.

La drague est un excellent outil; celle que l'on construit à présent est le meilleur outil à terrassement. Quand on peut faire une tranchée et qu'on peut mettre de l'eau dans la tranchée, on déblaye à meilleur marché que par tout autre procédé. La voie est toute faite par l'eau, et toutes les évacuations sont rendues faciles. Il y a une certaine importance dans la manière d'organiser la drague. La suceuse, par exemple, est un outil produisant beaucoup, très économique, mais ne travaillant d'une façon réellement économique qu'à la condition que le sable soit de certaine grosseur, de certaine densité et de certaine nature. S'il est trop fin, on ne peut pas le recueillir; s'il est trop gros, il vient mal, on ne peut pas le refouler à plus de 200 à 300 *m*. Pour aller plus loin, il faut le reprendre avec de l'eau et une nouvelle pompe et faire un relais.

Passant au prix de revient du dragage, M. Hersent dit qu'on ne parle jamais du prix de revient véritable. Pour faire ce prix de revient, on divise la dépense d'entretien par jour (personnel et matériel) par le cube extrait par jour. Ce résultat n'est pas exact, car on oublie l'amortissement, les agrès accessoires, l'entretien, les avaries, l'assurance et les autres frais généraux; de sorte que le prix de revient qu'on indique est assez souvent le tiers ou le quart du prix de revient réel. Personne ne s'y trompe; mais, il y a là des erreurs d'appréciation, qui, à vrai dire, ne sont pas dangereuses, parce que toutes les personnes du métier, qui ont suivi de près ou de loin ces engins, savent combien ils sont susceptibles d'avaries et combien le prix de revient est différent de celui qu'on annonce.

M. le Président remercie notre ancien Président des renseignements intéressants qu'il vient de donner, et retient de M. Massalski la promesse qu'il a faite de nous apporter des renseignements sur les résultats et les progrès dont il aura connaissance.

M. J. Massalski, en réponse à l'observation de M. Hersent, cite les chiffres du rapport de M. Belleville sur le prix de revient, à Bayonne(1). En portant la production à la mer, à 5 milles, le prix de revient moyen est de 0,13 *f* par mètre cube. Mais M. Belleville n'a pas d'intérêts, pas d'amortissement, pas d'assurances, pas d'état-major de personnel, il n'y que les ouvriers qui sont à bord; il n'y a pas de frais de chômage; ces calculs-là sont faits en théorie, pour un travail de quelques heures, comme le disait M. Hersent. Dans son rapport, M. Massalski dit que tous

(1) Ces chiffres sont contenus dans le rapport présenté par M. Desprez au Congrès de Bruxelles, d'après ceux établis par M. Belleville à 0,13 *f*.

les chiffres de prix de revient qu'on met en avant doivent être multipliés par 3 ou par 4. Il est donc d'accord sur ce point avec M. Hersent, de même que pour l'utilisation de la suceuse. Il faut l'employer avec circonspection, étudier à l'avance le terrain et éviter avec soin, sous peine d'insuccès très grave, tout terrain qui ne voudrait pas se laisser pomper.

Il termine en faisant passer sous les yeux de ses Collègues un certain nombre de projections.

M. le Président remercie M. Massalski des explications complémentaires qu'il vient de donner.

Avant de lever la séance, il appelle l'attention de ses Collègues sur la communication de M. Lalance qui aura lieu la prochaine fois. Des communications ont déjà été faites sur le chauffage électrique. Mais, depuis, des progrès ont été réalisés dans cette question, et il a pensé qu'il était intéressant de tenir la Société au courant des améliorations apportées et de montrer quels étaient les appareils pratiques qu'on pouvait employer pour le chauffage électrique. M. Lalance nous décrira cette série d'appareils nouveaux et nous montrera quels en sont les avantages et les inconvénients.

Si des Collègues veulent faire des invitations pour cette séance, M. le Président mettra des cartes à leur disposition.

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de MM. P. Borrot, baron Delort de Gléon, E. Dubuisson, E. Ducretet, L. Dumontant, F. Elliker, E. Gautier, H. Lacaze, Ch. Lamy, P. Lemaire, N. Liefland, A. Scala et L. Zoude, comme Membres sociétaires et de

MM. F. Allard, J. Bessonneau, E. Déchenaux et H. Deroy comme Membres associés.

MM. L.-Ch. Beaudeveix, Ch.-E. Bernard, T.-B. Bourgue, R.-O. Brémond, E.-P. Butts, A.-C. Cappe, P.-G. Carrier, L. Chambon, E.-N.-F. Delamare-Deboutteville, E. Despas, E.-P. Douziech, G. Dulau, J.-P.-L. Faure-Beaulieu, E. Fungairino, M.-A.-A. Gontier, V.-N. Hicguet, Ch. Legras, L.-P. Lemerle, H. Limousin, A. Llatas, M. Louvel, B. Magalhaes, P.-E. Marchand, A.-D. Nettre, V.-J. Portet, Ch.-M.-E. Priestley, A.-G. Radenac, M. Raffard, A. Riester, J. Salomon, M. Serret, F. Tixier, E. Vedovelli, A. Villota y Baquiola sont reçus comme Membres sociétaires et

MM. Ch.-V. Bartaumieux, R. Dupoy, Ch. Fondu, E. Protin, J. Saint-Cric et G. Salmon comme Membres associés.

La séance est levée à 11 heures.

Le Secrétaire,
Georges Courtois.

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 17 MARS 1899

Présidence de M. G. Dumont, Président.

La séance est ouverte à huit heures trois quarts.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. le Président a le regret d'annoncer le décès de MM. Alfred Moyse, Membre de la Société depuis 1898, constructeur-mécanicien, chevalier de la Légion d'honneur; Ch.-M. Révérand, Membre de la Société depuis 1893, Ingénieur chef de traction à la Compagnie d'Orléans.

M. le Président, par contre, a le plaisir d'annoncer les nominations suivantes :

M. A. Egrot a été nommé officier du Mérite agricole ;

M. M. de Nansouty a été nommé chevalier du Mérite agricole.

M. le Président fait connaitre que la Société a reçu un assez grand nombre d'ouvrages qui seront indiqués, comme d'habitude, au procès-verbal, par spécialité ; parmi ces ouvrages, il signale particulièrement le don, fait par M. Gigot, de trente-neuf volumes.

M. le Président annonce qu'il a reçu du Syndicat professionnel des industries électriques deux exemplaires des *Instructions générales pour l'exécution des installations électriques à l'intérieur des maisons*, publiées par la Chambre syndicale des industries électriques, à la Librairie centrale des Sciences. Ces brochures peuvent être consultées au Secrétariat.

M. le Président informe la Société que l'Union coloniale française a envoyé un certain nombre d'invitations pour la conférence qu'elle a organisée à la Sorbonne, pour le 24 mars, sur l'*Outillage économique de la Régence de Tunis*. La conférence sera faite par M. Tridon, délégué de la Direction de l'agriculture et du commerce en Tunisie.

M. le Président annonce qu'il a reçu, de la Ligue coloniale de la Jeunesse, des cartes d'invitation pour une conférence de M. Froidevaux sur les *Mines d'or du Contesté franco-brésilien*. Cette conférence aura lieu 44, rue de la Chaussée-d'Antin, le jeudi 23 mars, à 8 heures et demie du soir. Des cartes d'invitation sont déposées au Secrétariat, et la Ligue fait savoir qu'elle adresserait à la Société des invitations pour ses séances ultérieures.

La Société a également reçu avis que la IIe Exposition internationale d'automobiles, organisée par l'Automobile-Club de France, se tiendrait dans le jardin des Tuileries, du 13 juin au 9 juillet prochain.

M. le Ministre des Travaux publics a envoyé à la Société divers documents et notamment un devis-programme relatif à un concours pour la fourniture de deux dragues marines aspiratrices, destinées à l'amélioration des passes de la Basse-Seine ; ces documents sont à la disposition des Membres de la Société, au Secrétariat.

M. le Président rappelle que la Société des Ingénieurs et Architectes Autrichiens célèbre actuellement les fêtes de son cinquantenaire, et que l'un de nos Collègues de Paris, s'est spécialement rendu à Vienne pour se joindre à nos délégués résidant en Autriche afin de représenter la Société avec tout l'éclat désirable. Le Président a saisi cette occasion d'envoyer une adresse de la Société des Ingénieurs Civils de France à la Société des Ingénieurs et Architectes autrichiens.

M. le Président, avant de passer aux communications, met l'Assemblée au courant de ce qui a été fait pour le monument Giffard. Il rappelle que le Ministère du Commerce et de l'Industrie a offert à notre Société, il y a un an et demi, pour être placé dans notre salle des séances, un monument allégorique très important, comprenant le buste de notre donateur ; un crédit de 30 000 *f* a été ouvert pour l'érection de ce monument. Après avoir examiné la question avec l'artiste désigné par l'administration des Beaux-Arts, le Bureau a pensé que la véritable place du monument serait au fond de la salle, de façon à décorer le grand panneau recouvert, faute de mieux, d'une tenture rouge ; les dimensions de ce monument, qui sera en pierre, ont été arrêtées.

Afin de permettre à tous de juger l'effet que le monument Giffard produira ainsi, M. le Président fait projeter, à la place même où il sera érigé, et en vraie grandeur, la photographie de la maquette en plâtre de l'artiste.

Si la Société approuve ce choix, le Président fera tous ses efforts pour que l'érection dudit monument soit achevée lors des réceptions des Ingénieurs étrangers en 1900. *(Applaudissements.)*

L'ordre du jour appelle la communication de M. A. Lalance sur l'*État présent de la question de chauffage électrique.*

M. Lalance expose à la Société la question du chauffage électrique au point de vue pratique en indiquant les cas où son emploi peut être recommandable sans entraîner une trop forte dépense ; il rappelle le principe du chauffage électrique et indique les différents systèmes de chauffage employé par ordre chronologique de création :

Par fil fin enveloppé d'amiante ;

Par fil de maillechort, ferro-nickel, etc., noyés dans des émaux spéciaux ; ces fils ont 1/10e à 8/10e de millimètre et leur température s'élève entre 300 et 450°.

Ce système est appliqué à un grand nombre d'appareils de chauffage électrique qui sont présentés à la Société, tels que bouilloires, chauffe-fers à friser, grils, fers à repasser, etc., et, pour chacun des appareils, la consommation électrique est indiquée (1).

(1) Le prix de base de l'hectowatt-heure, à Paris, ne descend pas au-dessous de 0 fr. 04, c'est ce prix qui a été appliqué dans les exemples cités par M. Lalance.

M. Lalance examine ensuite le chauffage des appartements par l'électricité; il montre ses avantages sur les autres modes de chauffage et indique qu'on emploie ordinairement des poêles mobiles, ou des plaques murales. Ces divers appareils sont mis sous les yeux de la Société. La dépense maxima calculée est de 65 watts par mètre cube de pièce pour 22° de différence de température extérieure et intérieure : la dépense serait, dans ces conditions, de 1,30 *f* par heure pour une pièce de 50 m^3; mais, dans la pratique, on a constaté beaucoup moins : par exemple, pour une salle à manger, 165 *f* de dépense annuelle, pour une chambre à coucher de deux personnes, 41 *f* par an, de sorte que, pratiquement, la consommation ne dépasse pas 33 watts par mètre cube et par heure d'emploi.

Le chauffage des voitures, wagons et paquebots se fait aisément par l'électricité et la Compagnie du Métropolitain de Paris a prévu un système de chauffage électrique sous les pieds de chaque voyageur.

Grâce aux systèmes électriques on peut réaliser également, dans les habitations et surtout dans les hôpitaux, le chauffage et la ventilation des locaux, tant pour les bâtiments à construire que pour les vieux bâtiments.

Enfin on emploie les appareils à fils fins noyés dans l'émail comme rhéostats de démarrage ou de réglage et ces petits appareils peuvent être appliqués, par exemple, à mettre une lampe à incandescence en veilleuse.

Un troisième système de chauffage emploie non plus les fils, mais des couches de peinture de métaux précieux inaltérable; ce système peut être préférable en certains cas.

M. Lalance examine ensuite les systèmes de chauffage électrique avec production de lumière :

1° Bûchettes de silicium dans le vide, décrites déjà à la Société; ces bûchettes peuvent être changées à la manière des lampes d'éclairage;

2° Barrettes formées d'un mélange de poudres métalliques et de substances céramiques mauvaises conductrices; on forme ces barrettes en s'arrangeant pour que l'échauffement soit moindre à l'endroit des raccords qu'au centre. Ces divers appareils sont mis en fonctionnement devant la Société.

M. Lalance conclut en signalant que chacun des systèmes de chauffage électrique qui existe présente des avantages dans des cas spéciaux et ce n'est qu'après une longue pratique qu'on pourra se faire une opinion raisonnée sur leurs mérites relatifs. Il a voulu appeler l'attention des chercheurs sur un nouveau moyen de produire de la chaleur ; si le prix de celui-ci est plus élevé que les autres, il est largement légitimé par des avantages hygiéniques incontestables.

M. le Président remercie M. Lalance de son intéressante communication sur un sujet dont on s'occupe beaucoup dans les pays où l'électricité est bon marché. Il adresse aussi des remerciements à M. Buffet, Ingénieur du Secteur électrique, qui a organisé avec tant de succès toute la partie expérimentale de la conférence qui vient d'avoir lieu. M. le

Président ajoute qu'il serait heureux de savoir dans quelle proportion, au secteur de Clichy, on emploie déjà le courant électrique pour le chauffage.

M. Lalance répond que cette consommation est encore bien minime par rapport à la consommation totale d'énergie électrique, elle représente seulement l'équivalent de 2000 lampes; mais, chose curieuse, on a constaté partout une dépense beaucoup moindre que celle qu'on prévoyait; il semble que, lorsque le courant est coupé, il y a encore production de chaleur.

M. le Président appelle l'attention sur l'extension que peut prendre le chauffage électrique en certains cas. Par exemple, dans les théâtres où le gaz est proscrit et où il faut cependant, dans les loges d'artistes, chauffer les fers à friser et à repasser.

Une autre application de chauffage électrique a été faite dans la vallée de l'Oise, où une installation spéciale, utilisant les chutes d'eau, a été créée pour la production d'un courant à haute tension à bas prix. Celui-ci actionne les engins agricoles et l'on ne désespère pas de chauffer prochainement à l'électricité les maisons des villages, même les moins importants.

L'ordre du jour appelle la communication de M. Lucien March sur les *Procédés du recensement français des industries et professions en 1896.*

M. L. March expose que, par le recensement général périodique de la population, l'État établit une partie de ce qu'on peut appeler l'inventaire social, de même que tout chef d'entreprise dresse périodiquement l'inventaire de sa maison. Il a besoin, en particulier, de connaître la situation des diverses industries, leur importance relative et leur répartition sur le territoire; ces renseignements sont, d'ailleurs, non moins utiles aux producteurs et aux négociants.

L'instrument du recensement est tantôt une feuille de famille, tantôt un bulletin individuel. Chaque habitant doit répondre à des questions sur le sexe, l'âge, l'état civil, la nationalité, le lieu de naissance, le domicile, parfois sur l'instruction élémentaire, les infirmités, la religion professée.

On demande aussi de déclarer la profession, mais cette question est presque toujours fort vague et ne peut amener que des réponses incertaines. En effet, dès que, dans une industrie, la division du travail est poussée un peu loin, on ne sait à quel point de cette division il faut s'arrêter pour que la profession soit convenablement désignée.

On fait alors appel à la notion beaucoup plus précise d'établissement; on classe les individus, non plus d'après leur profession individuelle, mais d'après l'industrie collective à laquelle ils coopèrent dans l'établissement où ils sont occupés.

C'est sur cette base qu'en 1896 il a été procédé, en France, à un recensement des industries et professions lié au dénombrement général de la population. Sur le bulletin individuel du recensement, deux compartiments sont réservés l'un aux patrons, l'autre aux salariés. Tous doivent inscrire, chacun à la place qui lui est assignée, le nom et l'adresse

de l'établissement dont il fait partie. De cette façon, il est possible, au moment du dépouillement, de grouper ensemble tous les bulletins d'un même établissement et d'obtenir une sorte de photographie qui permet au service chargé du dépouillement d'apprécier avec exactitude la nature de l'industrie exercée, les spécialités de travail qui la composent, l'importance de l'établissement. On obtient aussi, du même coup, une statistique précise des employés et ouvriers en chômage.

En 1896 on n'a posé aucune question sur les forces motrices ; on connait, il est vrai, d'autre part, la puissance des machines à vapeur et des chutes d'eau qui composent la majeure partie des forces inanimées. Les bulletins de recensement étant groupés, par établissement, suivant le *domicile de travail*, on peut les classer et les compter à la main en autant de divisions qu'on le juge utile.

L'opération s'effectue plus rapidement par l'application du système Hollerith, utilisé en 1890 pour le 11e Census des États-Unis.

Dans ce système, les indications des bulletins sont transcrites sur des cartes au moyen de trous perforés en des endroits convenables, puis ces cartes passent à une machine qui, basée sur un principe analogue à celui de la machine Jacquard, trie et compte des cartes percées de trous.

La machine Hollerith se compose essentiellement d'un tableau garni de compteurs devant lequel est fixée une sorte de presse. Cette presse est constituée par un sommier fixe, qui comporte autant de godets à mercure que la carte de recensement peut avoir de trous, et par un cadre mobile qui porte le même nombre d'aiguilles mobiles maintenues par des ressorts. Les aiguilles et les godets à mercure sont isolés et réunis par des circuits électriques tant aux compteurs, qu'aux bornes d'un tableau de distribution fixé derrière la machine. Lorsqu'on place, sur le sommier fixe, une carte percée de trous, — ceux-ci formant certaines combinaisons, — et qu'on abaisse ensuite le cadre mobile, les aiguilles qui ne rencontrent pas de trous sont arrêtées ; celle qui rencontrent des trous peuvent seules pénétrer dans les godets à mercure correspondants. Un courant électrique passe alors dans le circuit et actionne les compteurs destinés à enregistrer les nombres des cartes qui présentent des combinaisons de trous déterminées.

Le système est surtout avantageux lorsque les données du recensement sont fournies sur des feuilles de ménage et non sur des bulletins individuels, lorsque ces données sont nombreuses et que les combinaisons que l'on se propose d'enregistrer sont multipliées. En compensation de ses avantages, son application entraine certains frais, et il y a un compte à faire, dans chaque cas particulier.

Aux Etats-Unis, le système Hollerith a été appliqué non seulemen au dépouillement du recensement de la population, mais encore, paraît-il, aux statistiques de bureaux météorologiques, de compagnies d'assurances. de chemins de fer, etc. Son introduction dans divers autres États, l'Autriche, la France, la Russie, y a déterminé la centralisation des travaux statistiques.

En terminant, M. March rappelle que c'est sur l'invitation de M. Lo-

reau, ancien président qu'il a pris ce soir la parole ; il serait heureux d'avoir pu intéresser les Ingénieurs, à cette chose un peu rébarbative, qui s'appelle la statistique.

M. le Président félicite M. March de son exposé qui a très vivement intéressé l'auditoire et lui exprime ses vifs remerciements.

Il est donné lecture, en première présentation des demandes d'admission de MM. H. Bouchacourt, E. Boulet, G.-J. Chadapaux, J.-L.-G. Coingt, V. Dufour, E. Fleurent, F.-P. Gautier, C.-P. Gautier, E.-L. Harris, R. Le Garrec, I. Lévy, L. Magne, A. Portait, L. Ravel comme membres sociétaires et de

MM. J.-E. Bricq et A. Descours comme membres associés.

MM. P. Borrot, Bon Delort de Gléon, E. Dubuisson, E. Ducretet, L. Dumontant, F. Elliker, E. Gautier, H. Lacaze, Ch. Lamy, P. Lemaire, N. Liefland, A. Scala et L. Zoude sont reçus comme membres sociétaires et

MM. F. Allard, J. Bessonneau, E. Dechenaux et H. Deroy comme membres associés.

La séance est levée à 10 heures et demie.

Le Secrétaire,
Lucien Périssé.

DISPOSITIFS RÉCENTS

DE

DRAGUES A GRANDE PUISSANCE

Parallèle entre les dragues à godets et les dragues aspiratrices.

Transport des déblais par refoulement.

Conclusions adoptées au VIIe Congrès International de Bruxelles en 1898.

PAR

M. J. MASSALSKI

INGÉNIEUR MARITIME

Messieurs,

J'ai eu l'honneur de faire partie de la Délégation désignée par M. le Président pour représenter notre Société au VIIe Congrès international de Navigation tenu à Bruxelles en juillet dernier.

Après le compte rendu si documenté et si intéressant que notre Collègue M. Fleury vous a fait de l'ensemble des travaux des différentes sections, il reste bien peu de choses à dire

Mon entretien sera donc limité à quelques considérations que j'ai eu l'honneur d'exposer et de voir discuter dans la troisième section sur la quatrième question portée à l'ordre du jour du VIIe Congrès. .

Dans le rapport que j'ai présenté à la troisième section et dont des exemplaires sont ici à la disposition de ceux de nos Collègues que cela peut intéresser, j'ai décrit les types de dragues à grande puissance, je ne reviendrai donc pas sur cette revue.

Je me bornerai, messieurs, à vous rendre compte de la discussion qui a surgi de l'échange des idées entre nos Collègues dragueurs américains et nous au sujet de l'application des désagrégateurs aux dragues aspiratrices ou suceuses.

Dans mon rapport je rappelle que l'expérience dans ces dernières années a consacré l'emploi de la drague suceuse comme

plus économique dans sa construction, sa production, son entretien. Mais j'insiste sur ce point que la drague suceuse ne convient pas dans tous les terrains.

La drague à godets reste jusqu'à ce jour l'outil classique devant servir de base dans l'étude générale d'un projet de dragage. Quelle que soit la nature du terrain, alluvions, vases, sables, graviers, argiles compactes et agglutinées, poudingues, roches désagrégées, tout, peut-on dire, sera enlevé par le godet. Les forces et les formes peuvent varier, le fond du godet être étanche ou percé de trous, la ceinture être garnie de griffes ou encore des pioches être intercalées sur la chaîne, le rendement variera, mais la drague à godets, bien conçue, triomphera de tous les obstacles.

La drague suceuse au contraire a son application limitée aux terrains d'alluvions essentiellement meubles et se laissant mettre en mouvement par le simple effet d'entraînement d'un courant d'eau aspiré par une pompe, et je précise que le terrain doit être essentiellement meuble, car c'est la condition indispensable pour la production d'une drague suceuse.

La force d'aspiration d'une pompe peut être considérable, et nous avons vu des dragues aspirer des boulets, des obus, des coussinets en fonte et même une roue de wagonnet pesant 35 *kg*, tandis que cette force n'est d'aucun effet sur certains terrains même de densité moyenne lorsqu'ils sont compacts.

Dès le début des dragues suceuses, cette résistance se présentant, l'idée d'ameublir les terrains compacts par des moyens mécaniques était tout indiquée et n'a point manqué d'applications. Des épreuves auxquelles j'ai participé, je suis arrivé à conclure que l'effet des désagrégateurs a été toujours insuffisant dans les terrains compacts; cet effet a été le plus souvent de tracer des sillons dans le terrain sans en détacher du fond ou lorsqu'ils arrivent à en détacher des parties, celles-ci s'attachent aux couteaux, puis s'accumulent à l'extrémité de l'élinde et ne tardent pas à engorger la pompe. Ou bien encore l'élinde s'engage dans le fond, la pompe fait le vide, la machine s'emballe et on risque des avaries, mais le terrain ne monte toujours pas.

Maintenant, si on compare l'utilisation des forces dépensées dans chacun des deux types, on constate que dans la drague à godets une partie de la force est perdue dans la traction de la chaîne à godets et dans l'élévation des déblais à une certaine hauteur pour retomber dans le chaland porteur. Dans la drague

aspiratrice la force perdue est dans le pompage de l'eau servant de véhicule au déblai.

Il n'est pas douteux qu'à égalité de dépense de force, si on se trouve en présence d'un terrain meuble, la drague suceuse donnera un rendement bien supérieur et plus économique que ne le donnerait la drague à godets.

Abordant la question des désagrégateurs appliqués aux dragues suceuses, nous trouvons cette idée décrite et préconisée par notre savant Collègue américain M. Bates. Tenant en considération les grands travaux de dragages exécutés par M. Bates sur le Mississipi, notre section au Congrès a apporté dans le débat de la question la plus grande attention.

Vous pouvez voir, messieurs, une note (avec planches) déposée à votre bibliothèque dans laquelle M. Bates décrit les colossales dragues employées sur le Mississipi. Je suis bien d'accord avec notre Collègue sur le bon emploi, le rendement, l'économie que procure la drague suceuse, mais où nous différons d'idée, c'est sur l'emploi des désagrégateurs où cutters, et aussi sur l'exagération de la puissance de ses dragues.

Les cutters, en effet, compliquent beaucoup la drague suceuse, ils dépensent beaucoup de force et sont susceptibles de causer de fréquents arrêts dans des terrains non homogènes; or M. Bates nous dit lui-même qu'au Mississipi il draguait des sables; alors pourquoi employer des désagrégateurs?

Les cutters imaginés par M. Bates sont fort intéressants, mais nous restons dans le doute que, ce que la drague suceuse à cutters produit sur les bancs de sable du Mississipi, elle ne puisse le produire dans un terrain argileux, et c'est ce que M. Bates ne nous prouve pas, tandis que je pense que sur les bancs de sable du Mississipi de grandes dragues suceuses simples sans cutters produiraient le même rendement avec plus d'économie.

Je suis bien aussi partisan des grandes dragues, et c'est ainsi que nous préconisons depuis quelques années la construction des grandes suceuses refouleuses ou porteuses de 5 à 600 m^3 en remplacement de l'ancien type de 250 à 300 *m*. Cependant il y a une limite, et je ne saurais actuellement partager les grandes idées de M. Bates. Ainsi, si nous comparons les prix de revient entre le type américain « Bêta » et nos dragues courantes en Europe, nous voyons que cette énorme drague produisant une moyenne de 11 à 1 200 m^3 de sable par heure, soit 12 000 *m* par jour refoulés à 300 *m* de distance avec un équipage de 59 per-

sonnes coûte de construction 900 000 *f*, et établit son prix de revient d'exploitation à 0,15 *f* par mètre cube sans intérêt ni amortissement.

Ici pour réaliser ce cube, nous emploierions trois dragues aspiratrices refouleuses de chacune 300 *ch*, produisant pratiquement chacune 600 m^3 par heure, coûtant chacune 300 000 *f*, et notre prix de revient s'établit bien au-dessous de 0,15 *f* par mètre cube, toujours sans intérêt ni amortissement du capital engagé. Je pourrais citer à l'appui de ce prix de revient les rapports de tous nos Ingénieurs de ports (1).

Le travail d'un chantier ne sera-t-il pas mieux assuré par ces trois dragues de production moyenne que par cette drague colossale dont la moindre avarie expose à un chômage dont les frais généraux prennent une grande importance, et dont les réparations sont bien plus coûteuses et fréquentes.

Comme conséquence de mon exposé sur l'application des désagrégateurs aux dragues aspiratrices, j'ai proposé à la troisième section du Congrès d'adopter les conclusions que voici :

« Les nombreuses applications faites ces dernières années de la drague aspiratrice par pompe, ont consacré son emploi, dans les sables, comme procurant une économie sur la drague à godets. Toutefois, l'adoption de la pompe ne peut être généralisée à tous les terrains :

» *a)* Dans les vases ou dans les sables très légers, l'expérience démontre que la drague aspiratrice donne des résultats excellents, lorsque la pompe, après avoir aspiré ces matières, les refoule par conduite sur une grande surface de décantation, tandis qu'ils peuvent être rebelles au dépôt instantané dans le puisard d'un porteur ou d'un chaland.

» *b)* Dans les terrains argileux, lourds, collants, agglutinés, l'expérience n'a pas encore consacré l'usage de la drague aspiratrice, même avec l'adoption de désagrégateurs ou « cutters », et il y aura lieu dans ces terrains de n'adopter l'aspiration qu'après que des épreuves préalables auront absolument démontré la bonne utilisation de ce système dans de tels terrains. »

D'autre part notre estimé Collègue le professeur M. de Timonoff présentant aussi des conclusions sur la même question, une

(1) *L'auteur rappelle son rapport présenté au Congrès établissant que tous les prix cités, pour être ramenés à la réalité en comprenant amortissement, intérêt, frais généraux, etc., doivent être multipliés par 3.*

longue discussion s'est engagée entre tous les membres de la section.

Finalement il fut décidé que les conclusions étant adoptées en principe, le Bureau en arrêterait la rédaction définitive en s'inspirant des conclusions présentées par M. Massalski et M. de Timonoff et résultant de la discussion générale.

Voici les conclusions adoptées :

4° Question. — Dragages.

Dispositifs les plus récents des dragues à grande puissance, cas d'emploi, rendements, prix unitaires.

« Les dragues suceuses, dans les terrains qui peuvent être faci-
» lement aspirés, ont une supériorité marquée au point de vue
» de la puissance et de l'économie.

» Lorsque ces terrains, après avoir été aspirés, ne sont pas sus-
» ceptibles de se décanter, l'emploi avantageux de ces dragues
» est d'ailleurs subordonné à la possibilité d'évacuer par refoule-
» ment les produits de dragage.

» Ce sont aussi les engins qui se comportent le mieux à la
» houle.

» Les procédés employés ou proposés pour désagréger les ter-
» rains compacts et les rendre susceptibles d'aspiration doivent
» être suivis avec le plus grand intérêt, mais ne sont pas encore
» assez sanctionnés par l'expérience pour que le Congrès puisse
» se prononcer.

» Les dragues à godets peuvent travailler dans presque tous
» les terrains. Elles conviennent spécialement dans les terrains
» compacts, durs et non homogènes. Leur emploi continue donc
» à être indiqué dans beaucoup de cas, concurremment d'ail-
» leurs avec les dragues à cuiller, à mâchoires, etc.

» Pour ces dernières, qui n'ont encore été l'objet d'aucune
» communication aux Congrès, il serait intéressant que les con-
» ditions de leur emploi fussent mises à l'ordre du jour du pro-
» chain Congrès, la question des dragages en général restant posée.

» Le Congrès émet enfin le vœu que, dans les rapports ulté-
» rieurs, les ingénieurs s'attachent tout particulièrement à pré-
» ciser les conditions dans lesquelles les cubes produits sont éva-
» lués et les prix de revient sont établis, afin de rendre aussi
» comparables que possible les renseignements fournis à cet
» égard. »

Le passage de ces conclusions touchant à la décantation s'explique par le fait qu'il ne suffit pas qu'une nature de terrain se prête à l'entraînement, dans le courant d'eau, à l'aspiration d'une drague suceuse, mais il faut encore que le déblai ainsi entraîné veuille se déposer. Or, certains sables fins, légèrement vaseux, d'une densité faible, se laissent aspirer avec une telle facilité, qu'on trouve à l'éprouvette des teneurs de 30 à 40 0/0. Mais, où la difficulté commence, c'est à la décantation, dans le puisard, à laquelle les vases et certains sables légers sont absolument rebelles. Il n'est pas rare de voir une pompe déverser, pendant des heures, une masse de sable dans le puisard, sans arriver à le remplir, car le remous de l'eau débordant entraîne tout. Par contre, ce sable qui se tient bien en suspension dans l'eau, se laissera par excellence refouler à distance dans une conduite par tuyaux. Au contraire, un sable dense, se déposant rapidement dans un puisard, ne se laissera que difficilement refouler dans une conduite par tuyaux.

La drague suceuse, contrairement à la drague à godets, n'est point faite pour un travail en rivière; son emploi est le plus productif sur une barre à la mer, dans une masse de sable; car son papillonnage est limité à un sillon creusé dans le sens de sa marche en avant. Sa meilleure production s'obtient en laissant pénétrer l'élinde dans une masse de sable jusqu'à 3 ou 4 *m* de profondeur.

Lorsqu'une drague suceuse travaille en chargeant dans son puisard ou dans un porteur accosté à son bord, il n'y a pas intérêt à chercher à le remplir complètement; on doit s'en tenir au remplissage au niveau du pont et laisser libre le volume supérieur compris entre les fargues du bateau, car la masse d'eau charriant le sable, se trouve dans un espace cubique trop limité, l'eau n'a pas le temps de se décanter et, en débordant, elle entraîne tout ce qu'elle a apporté.

LE
CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

PAR

M. Auguste LALANCE

Le présent travail a pour but d'étudier la question du chauffage électrique au point de vue pratique, et d'indiquer les cas où son emploi peut être recommandé sans entraîner une trop forte dépense.

On a constaté depuis bien longtemps que, lorsqu'on fait passer un courant électrique à travers une résistance, celle-ci s'échauffe et transmet sa chaleur par rayonnement.

C'est sur ce principe que tous les appareils de chauffage sont construits.

Lorsque la résistance a une forte section et une grande conductibilité, il faut beaucoup de courant pour élever sa température.

Quand on opère, par contre, avec des fils fins, ceux-ci, au contact de l'air, s'oxydent et sont bientôt détruits.

Dans les premiers appareils de chauffage construits il y a une dizaine d'années, le fil fin était enveloppé d'amiante : l'isolation était incomplète et l'oxydation provoquait bientôt la rupture (*fig. 1*).

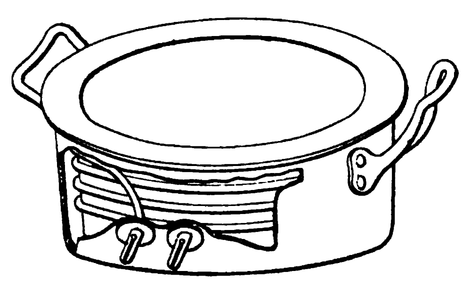


Fig. 1.

On a alors songé a noyer le fil dans une masse non conductrice de l'électricité, mais conductrice de la chaleur, et on a composé des émaux dans lesquels courent des fils de maillechort, de ferro-nickel, de platine ou de fer.

Il a fallu de nombreux essais pour obtenir des émaux ne se craquelant pas par suite de leur échauffement inégal, ce qui produit une rentrée d'air et, par suite, l'oxydation et la destruction du fil. On comprend, en effet, que les parties d'émail voisines des fils sont portées rapidement à une haute température, tandis qu'à quelques centimètres la matière ne s'échauffe que plus lentement.

Ce n'est que dans ces dernières années qu'on est arrivé à trouver un émail assez élastique pour que le fil fin reste absolument à l'abri du contact de l'air.

Dans ces conditions il dure longtemps.

L'isolant étant trouvé, il a été facile de combiner des plaques de fonte ou d'autre métal de formes variées, de répandre une mince couche d'émail en poudre sur une des faces, de placer dessus le fil fin contourné en forme sinusoïdale, de saupoudrer une deuxième couche et de mettre le tout dans un four à haute température. Au bout de quelques minutes, on défourne et on laisse refroidir. A chaque extrémité du fil, on a réservé une borne qu'on met en contact avec un courant électrique (*fig.* 2).

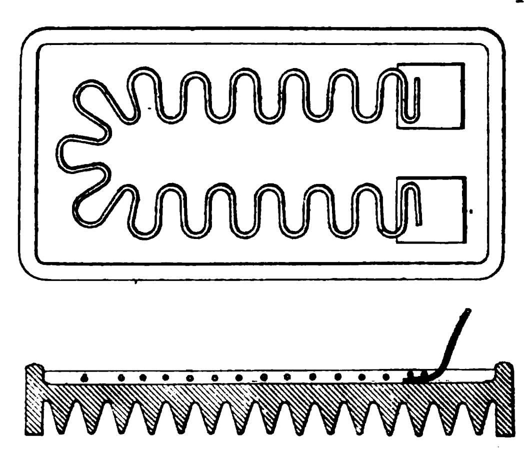


Fig. 2.

Les fils ainsi noyés varient, comme diamètre, de 1/10ᵉ à 8/10ᵉ de millimètre. Leur température s'élève entre 300 et 450° suivant le but à atteindre.

Il est facile de comprendre que, suivant le prix auquel on peut se procurer le courant électrique, les applications s'étendront plus ou moins loin.

Lorsqu'on dispose d'une force hydraulique puissante, on peut

aborder toute espèce de chauffage de bâtiment ou de cuisine sans dépasser la dépense des foyers ordinaires et on a, de plus, la propreté, la commodité, la sécurité.

A Paris, par contre, les secteurs ne pourront guère descendre le prix de l'hectowatt-heure au-dessous de 0,04 *f* et, dans ces conditions, il faut écarter les applications où l'élévation du coût ne serait pas compensée par de grands avantages.

Il en reste encore suffisamment d'autres.

C'est ce prix de 0,04 *f* qui a été appliqué dans les exemples que nous aurons à citer.

Nous parlerons d'abord des petits appareils de ménage qui consomment peu et ne servent que pendant un temps assez court.

Bouilloire. — La bouilloire d'un litre consomme 5 1/2 hectowatts à l'heure. Il faut 10 à 12 minutes pour arriver à l'ébullition, soit donc environ 1 hectowatt-heure ou une dépense de 0,04 *f* pour 1 *l* d'eau bouillante.

Chauffe-fer à friser. — Le modèle ordinaire pour un fer consomme 1 hectowatt à l'heure. Si on l'emploie pendant une demi-heure, ce qui est un maximum, la dépense n'est que de 0,02 *f*.

Chauffe-plats. — Consomme environ 250 watts. Dans un repas ordinaire, il fonctionnera au plus une demi-heure. Ce sera donc une dépense de 0,05 *f*.

Gril. — Le gril électrique est peut-être l'application la plus intéressante, en ce qu'elle produit un résultat supérieur comme goût avec une dépense moindre qu'avec le charbon et sans la mauvaise odeur donnée par le gaz. Il faut 4 à 5 minutes pour porter à 270° la température de la surface. Il suffit alors de 3 à 4 minutes pour cuire un bifteck ou quatre côtelettes, soit donc un emploi de 7 à 9 minutes. La dépense étant de 500 watts à l'heure, l'opération coûte 0,04 *f*.

Il y a une seconde série d'appareils ayant un caractère plutôt commercial ou industriel.

Chauffe-pieds. — Dans les cafés, dans les magasins de Paris, il n'y a généralement pas d'appareils de chauffage; on comptait sur le gaz pour élever la température. Les consommateurs ou les acheteurs n'y restent pas longtemps, mais la dame de comptoir a les pieds froids. Elle emploie une brique ou une bouillotte

à eau chaude qu'il faut changer souvent; elle a aussi quelquefois une chaufferette au gaz.

Les inconvénients de ces divers systèmes sont supprimés avec le chauffe-pied électrique, pouvant être arrêté ou mis en service par la personne même qui aura à payer la dépense.

Un relevé fait sur plusieurs appareils fonctionnant à Paris depuis trois ou quatre ans indique une dépense annuelle de 70 *f* par chaufferette.

Fers à repasser. — Certains corps d'état ont besoin d'avoir très vite des fers à repasser chauds, les chapeliers, par exemple. Il en résulte l'obligation d'entretenir un feu ardent, pénible en été, et pouvant causer des incendies.

On fait des fers à repasser électriques de deux systèmes. Dans le premier, un fer ordinaire est chauffé sur un réchaud électrique qui l'encadre. Dans le deuxième, le fer contient la plaque chauffeuse et est fixé au bout d'un fil. Suivant les cas, on préférera le second système qui est plus économique, ou le premier qui est moins embarrassant.

Chauffe-assiettes. — Dans les grands restaurants, le chauffage des assiettes est une opération coûteuse et encombrante. Qu'on trempe dans l'eau chaude ou qu'on réchauffe sur un foyer ou dans un four, il y a une manutention coûteuse pour déplacer et essuyer les assiettes qui se chiffrent quelquefois par milliers.

On a donc construit des armoires dans lesquelles sont placées les piles d'assiettes au sortir de la laverie et où elles restent enfermées à l'abri de la poussière. Aux heures où on a besoin d'assiettes chaudes, il suffit de tourner un bouton pour chauffer un ou plusieurs compartiments, et si l'armoire est revêtue de substances isolantes, la chaleur est maintenue avec une très faible dépense.

Grille-pain. — Plusieurs grands hôtels et restaurants emploient un appareil électrique pour griller le pain. On arrive à une régularité de grillage parfaite et la dépense n'est que de 0,60 *f* à l'heure.

Fer à souder. — On fait aussi des fers à souder électriques. Ils présentent l'avantage de ne jamais se refroidir et permettent un travail continu, ce qui, dans certains cas, peut être avantageux.

Chauffage des appartements.

On sait combien peu de progrès a fait jusqu'ici le chauffage des appartements. On peut presque dire que c'est la seule dépense du ménage dans laquelle on ne puisse pas faire de luxe, c'est-à-dire atteindre la perfection.

Sans rappeler les inconvénients de tous les calorifères à combustion lente, remarquons brièvement que les systèmes à circulation d'eau ou de vapeur ne se sont guère répandus dans les habitations malgré tous les avantages hygiéniques qu'ils présentent.

Quant au calorifère à air chaud, chacun connaît ses méfaits, les gaz toxiques qu'il introduit dans nos poumons, la poussière dont il recouvre nos tableaux et nos livres, et cependant chacun s'en sert parce que c'est commode de n'avoir qu'une bouche à ouvrir ou à fermer et que cela est économique.

Si on écarte pour un instant la question de la dépense, l'électricité permet de résoudre ce difficile problème du chauffage de l'habitation avec la plus grande facilité et d'une façon absolument hygiénique.

La chaleur produite par elle ne diminue en rien la quantité d'oxygène de l'air : un appareil de chauffage électrique peut donc fonctionner indéfiniment dans un local fermé sans modifier la composition de l'air que l'on respire.

C'est là un avantage considérable. Ajoutez la grande facilité d'arrêter ou de reprendre le chauffage à volonté, d'interrompre la dépense au moment même où l'emploi s'arrête, et vous devrez convenir que c'est là un chauffage bien tentant.

On a construit d'abord des appareils mobiles. C'est avec des radiateurs mobiles qu'on chauffe, depuis 1895, le théâtre du Vaudeville à Londres.

Ces appareils, construits en France avec plus de goût et plus de soins, sont déjà employés avec succès à Paris dans nombre de maisons. Ils peuvent se brancher sur une simple prise de courant et s'enlever en été. La lampe-témoin a pour but de signaler la présence du courant et d'empêcher des abus.

Mais ces appareils mobiles peuvent être remplacés par des plaques murales noyées dans le lambris et faisant partie de l'ornementation.

Dans un grand salon, par exemple, on peut avoir une cheminée servant à la ventilation et donnant de la gaieté, et des

plaques murales chacune armée d'un commutateur. Lorsqu'on veut avoir la pièce rapidement chauffée, on met toutes les plaques en action, la température s'élève très vide et on obtient des murs chauds, l'idéal poursuivi par M. Trélat et les spécialistes qui ont étudié ces questions.

Quand la pièce est chaude, un petit nombre de plaques, une seule quelquefois, suffit pour maintenir une bonne température.

Il n'y a pas encore de bien nombreuses expériences faites pratiquement pour déterminer la dépense de ce mode de chauffage quand il est seul employé.

Cependant nous pouvons indiquer 65 watts comme dépense maximum par mètre cube, en admettant 22° entre la température extérieure et celle qu'on désire obtenir.

Une pièce de 50 m^3 coûterait donc, au tarif de 0,04 *f*, 1,30 *f* par heure. C'est évidemment très cher. Cependant, si l'on doit mieux se porter, on trouvera la dépense moins forte. Nous faisons tous de grandes dépenses qui ont pour résultat de détruire notre santé; nous pouvons bien dépenser quelque chose pour prolonger notre vie.

D'ailleurs, la pratique montre que les personnes qui se servent du chauffage électrique arrivent à l'interrompre fréquemment; on dirait que c'est une chaleur qui tient davantage. En tous cas, la dépense est moindre qu'on ne croyait.

On peut citer le cas d'une salle à manger pouvant contenir vingt personnes qui est chauffée, depuis trois ans, uniquement par deux poêles mobiles. La dépense annuelle a été, en moyenne, 165 *f*.

Une chambre à coucher de deux personnes, chauffée par un poêle électrique depuis quatre ans, donne une dépense de 41 *f* par an.

Les différents exemples que nous avons pu contrôler nous montrent qu'à Paris on arrive en réalité à la moitié du chiffre que donne le calcul et que la dépense ne dépasse pas 33 watts par mètre cube et par heure d'emploi.

Chauffage des voitures et wagons.

On peut très facilement placer au niveau du plancher des plaques chauffeuses dans lesquelles on envoie du courant.

C'est ainsi que sont chauffées, en Amérique notamment, les voitures des tramways électriques.

Les wagons du Métropolitain de Paris auront une plaque chauffeuse sous les pieds de chaque voyageur. On peut recommander aussi le chauffage électrique pour les cabines des navires qui ont des dynamos à bord.

Chauffage et ventilation.

Lorsqu'on veut à la fois chauffer et ventiler, la difficulté est grande avec les moyens dont on disposait jusqu'ici. L'air qu'on introduit est généralement trop chaud ou trop froid.

Ce n'est que dans des constructions neuves qu'il est possible de disposer des gaines convenablement réparties dans les murs, d'y faire circuler de l'air qu'on y chauffe à la température voulue, et de placer de l'autre côté de la salle des sorties où un appel est produit pour évacuer l'air vicié.

Certains hôpitaux neufs présentent cette solution d'une façon parfaite et offrent à leurs malades une température constante l'été comme l'hiver, un air constamment renouvelé et absolument pur ; les guérisons y sont plus fréquentes.

Dans les vieux hôpitaux de Paris, il ne paraît pas possible d'installer ces systèmes ; il faudrait tout démolir.

Comment sont ventilées les salles de malades de la plupart de nos hôpitaux ?

Tous les matins, quelle que soit la température au dehors, on recommande aux malades de se couvrir la tête, et on ouvre les fenêtres toutes grandes pendant quelques minutes. La température de la salle baisse quelquefois de 10°. On referme les fenêtres et voilà la salle ventilée pour 24 heures.

L'électricité apporte à ce problème une solution nouvelle complète, mais évidemment plus coûteuse que le chauffage actuel.

Il est possible à peu de frais de disposer, soit à l'extérieur, soit à l'intérieur des salles des gaines amenant l'air pur.

Dans ces gaines, il est facile de placer des plaques chauffeuses divisées en autant de groupes qu'on voudra. Chacun de ces groupes est commandé par un commutateur.

Connaissant la température que l'on désire maintenir dans la salle, il est facile de déterminer le nombre de groupes correspondant à la température extérieure *(fig. 3)*.

De l'autre côté de la salle, de petits ventilateurs électriques évacuent l'air vicié. On peut facilement, avec un rhéostat, faire varier leur puissance.

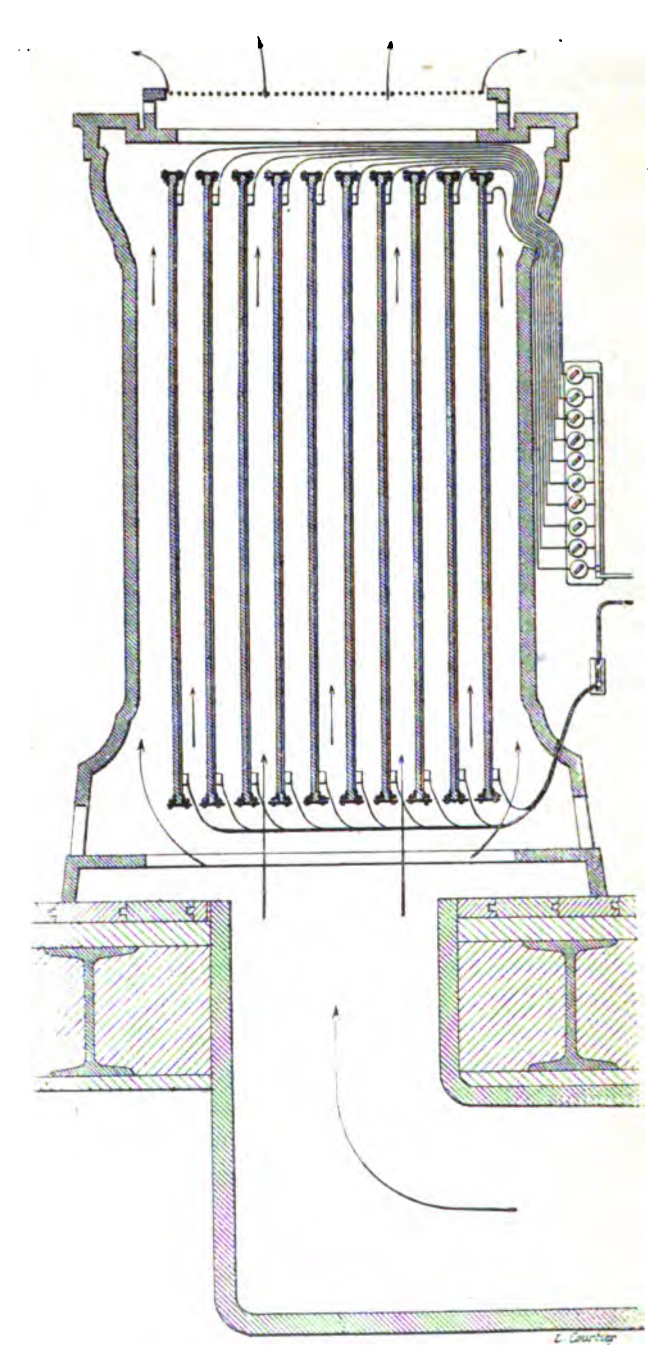


Fig. 3.

Cette installation est simple et efficace. Il est possible, il est facile, quelle que soit la température extérieure, de maintenir à l'intérieur une chaleur constante. Il est facile de renouveler l'air aussi souvent qu'on voudra ; si on a soin, à l'entrée des gaines, de disposer des filtres retenant les poussières, on donnera aux pauvres malades un air pur et vivifiant, et on les maintiendra dans une température constante, ce qui aidera grandement à leur guérison.

Dans un grand hôpital on aurait sans doute économie à produire soi-même pour le chauffage l'électricité qui fonctionnerait sans arrêt pendant l'hiver et dont la production ne présente pas les difficultés de celle destinée à l'éclairage.

Une semblable disposition peut rendre de grands services aux particuliers pour ventiler les salles de réunion. Vous avez tous vu que, dans les fêtes privées, il fait si chaud à un certain moment, qu'il faut ouvrir les fenêtres sur les épaules nues.

Rien de plus facile que de disposer deux placards aux extrémités opposées du salon.

L'un contient l'arrivée de l'air et est rempli de plaques chauffeuses.

L'autre renferme le ou les ventilateurs de sortie.

Avec un peu d'habitude, on arrivera vite à régler le nombre de plaques d'après le nombre de personnes et à maintenir pendant toute la fête une température constante.

Les frais d'une semblable installation sont minimes et la dépense par soirée ne représente pas 2 0/0 des frais totaux ; elle ne joue donc aucun rôle.

On peut citer un hôtel particulier qui va être prochainement chauffé entièrement à l'électricité. Pour simplifier l'installation, on se servira du calorifère dans lequel on remplacera l'appareil intérieur par des plaques électriques.

On aura donc tous les avantages du calorifère à air chaud sans en avoir les inconvénients. La dépense sera certainement beaucoup plus grande, mais il est probable que la santé des habitants sera meilleure.

Rhéostats. — Il peut être intéressant de dire que ces fils fins noyés dans l'émail sont employés couramment comme rhéostats de démarrage ou de réglage.

On en a fait aussi un tout petit modèle pour mettre une lampe à incandescence en veilleuse.

Il y a un autre système qui a fait, il y a peu de temps, son apparition

Au lieu du fil fin noyé dans l'émail, on a eu l'idée d'appliquer au pinceau avant cuisson, une mince couche de peinture d'or, d'argent ou de platine, formant des circuits appropriés, puis de mettre au four. Le courant envoyé dans cette couche produit de la chaleur sans oxydation et partant sans destruction, car on sait que les métaux précieux ne s'oxydent pas ou s'oxydent très peu (*fig. 4*).

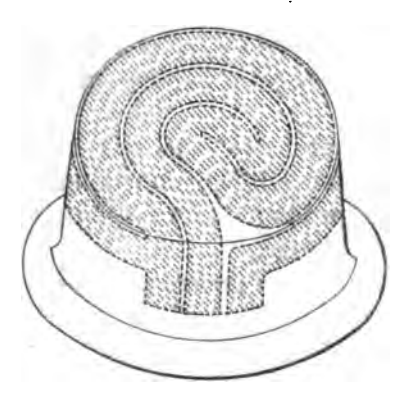


Fig. 4.

Du reste si la couche de peinture venait à être altérée, il serait facile de la refaire.

Ce serait une supériorité sur le système à fils lorsque l'enveloppe extérieure a une grande valeur.

Dans les trois différents systèmes dont il a été parlé jusqu'ici, la chaleur est produite sans lumière apparente et lorsqu'on veut s'assurer à distance qu'un appareil fonctionne ou est au repos, il faut employer une lampe témoin ou quelque chose d'analogue.

D'autre part, il faut bien tenir compte de la routine, des habitudes qui font préférer la cheminée au poêle ; on aime à voir le feu, il semble que sa vue seule réchauffe.

Aussi d'autres inventeurs ont-il basé leurs systèmes sur la vue du feu.

L'un d'eux a décrit ici-même en détail son procédé qui consiste a introduire un bâton de silicium dans une ampoule où on a fait le vide et à y faire passer un courant (*fig. 5*).

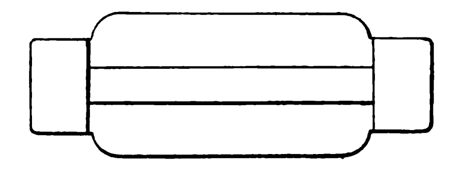


Fig. 5.

La bûchette de silicium s'échauffe et projette une vive lueur. Étant à l'abri de l'air, elle ne s'oxyde pas.

Quel que soit l'appareil employé, la partie chauffeuse est indé-

pendante et peut être changée très rapidement. On peut avoir des bûchettes de rechange comme on a des lampes à incandescence et les remplacer soi-même sans difficulté.

Un autre inventeur a cherché à supprimer l'ampoule tout en conservant le feu nu. Il mélange à une poudre métallique une substance céramique mauvaise conductrice de l'électricité ; il soumet ce mélange à une pression considérable et à une haute température et produit ainsi des barrettes ou crayons d'une solidité suffisante pour les interposer dans un circuit (*fig. 6*).

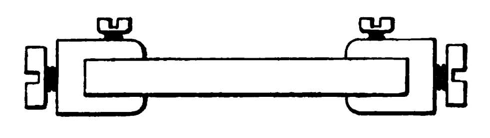


Fig. 6.

La composition du mélange et la nature du métal font varier la résistance dans des proportions constantes, de telle sorte que, suivant le résultat qu'on veut atteindre, on peut faire varier la section des barres et leur composition intime suivant des règles mathématiques.

On a aussi réussi à produire des barrettes dont les extrémités contiennent beaucoup moins de substances céramiques que le reste, de telle sorte que la résistance et, par suite, l'échauffement, diminuent à l'endroit des raccords.

C'est là un résultat fort intéressant, car des raccords portés au rouge à l'air libre ne présentent guère de garanties de durée.

Résumé.

Il ne m'appartient pas de porter un jugement sur ces différents systèmes.

Chacun d'eux peut présenter des avantages dans des cas spéciaux.

Ce n'est qu'après une longue pratique qu'on pourra se faire une opinion raisonnée sur leurs mérites relatifs.

J'ai cru suffisant d'appeler l'attention des chercheurs sur un nouveau moyen de produire de la chaleur ; ils sauront trouver des applications utiles pour la science, l'industrie ou la vie de famille, dans lesquelles le prix plus élevé sera légitimé largement par des avantages hygiéniques ou d'un autre ordre.

LES PROCÉDÉS DU RECENSEMENT

DES INDUSTRIES ET PROFESSIONS EN 1896

TABLE DES MATIÈRES

LES PROCÉDÉS DU RECENSEMENT

DES INDUSTRIES ET PROFESSIONS EN 1896

PAR

M. Lucien MARCH

Un industriel qui gérerait son entreprise sans comptabilité, sans inventaires périodiques détaillés, courrait aujourd'hui rapidement à sa ruine sans même en soupçonner les motifs. Or, ainsi que l'industriel ou le négociant, l'État, qui fait des lois et les applique, qui, par suite, a une action sur le progrès général, sur l'harmonie sociale, l'État a le devoir de mesurer de temps à autre le chemin parcouru, d'enregistrer les phases de l'évolution dont il est l'agent régulateur, et aussi, comme tout bon chef d'entreprise, de ne pas s'engager dans une transformation sans en avoir pesé à l'avance les résultats, sur des données précises.

Le recensement périodique de la population répond à ces préoccupations, car il ne se borne pas à compter sèchement les individus. Il tend de plus en plus, depuis un siècle, et dans tous les pays, à être une sorte d'inventaire régulier des forces actives de la nation, un bilan sincère de sa situation vitale, économique et morale.

Mais ce bilan ou cet inventaire, n'a-t-il d'utilité que pour cet être impersonnel et un peu énigmatique qu'est l'État?

Par exemple, si, pour la législation douanière, il est nécessaire de connaître le nombre des personnes intéressées à la prospérité de telle ou telle industrie, n'est-il pas également fort utile pour le producteur, pour le négociant, de savoir quelle est l'importance de chaque industrie comment les industries qui, l'intéressent se répartissent sur le territoire, d'avoir sur ces questions des données certaines, tant pour déterminer les facultés productrices que pour apprécier les capacités de consommation? Et nos agents à l'étranger n'ont-ils pas besoin de chiffres précis sur la situation des industries nationales?

Sur ces points on est trop souvent réduit aux conjectures vagues, aux évaluations incertaines.

A d'autres points de vue, tous ceux, — ils sont nombreux aujourd'hui —, qui s'intéressent aux questions sociales ne trouveront-ils pas dans l'inventaire dont j'ai parlé des éléments fondamentaux pour leurs études?

Vous voulez suivre le développement de la mortalité, ou de la natalité, voir comment elles sont liées à la profession exercée, étudier les maladies professionnelles, rechercher les débouchés qui s'offrent aux divers métiers, reconnaître les champs d'éclosion des grèves; vous vous préoccupez de l'avenir moral du pays, des progrès, de la criminalité, de l'alcoolisme, de l'extension du travail des femmes et des enfants, de l'absorption de la petite par la grande industrie, toujours il vous faut recourir à l'inventaire social, base nécessaire de toutes études, de tous calculs.

Il n'y a guère plus d'un siècle cependant que cette nécessité est admise. Chez les anciens les dénombrements avaient un but presque exclusivement militaire. C'est le développement industriel du siècle qui, en accroissant dans une proportion extraordinaire la complexité des rapports sociaux, a rendu également nécessaires les comptes détaillés dans chaque entreprise et les relevés généraux qui atteignent toutes les parties constituantes du corps social. Ainsi l'obscurité de ces rapports complexes se dissipe, la clarté les pénètre.

Je me propose d'indiquer d'abord, très sommairement, sur quelles bases ont été effectués, jusqu'à présent, les recensements généraux de la population, particulièrement au point de vue industriel et professionnel, dans les divers pays.

J'exposerai ensuite quelle méthode a été appliquée en France en 1896, et enfin je décrirai les procédés de dépouillement appliqués à la suite du recensement de 1896.

I. — Les recensements généraux de la population.

Le premier objet d'un recensement général de la population est de dénombrer les habitants. L'instrument essentiel de ce dénombrement est tantôt une feuille de famille sur laquelle s'inscrivent tous les individus qui constituent un ménage, tantôt un bulletin individuel établi pour chaque habitant. Le bulletin indi-

viduel est employé en France, en Suisse, en Hollande, en Autriche, en Hongrie, en Prusse et dans quelques villes. Dans les autres États on emploie exclusivement la feuille de famille ou de ménage.

Grâce à la feuille de ménage ou au bulletin individuel, aucune personne, aucune profession n'échappe à l'enquête.

1. Les données non professionnelles du recensement.

Avant d'indiquer quelles questions se rapportent à la profession des habitants, il n'est pas inutile de dire un mot des autres questions portées sur la feuille de ménage ou sur le bulletin individuel. Il est intéressant, en effet, de savoir quelles données peuvent être combinées avec celles relatives à la profession.

Partout, les bulletins de dénombrement réclament, outre les nom et prénoms de chaque habitant, des renseignements sur le sexe, l'âge, l'état civil ou situation quant au mariage, la nationalité, le lieu de naissance, le domicile.

Dans un grand nombre de pays, des questions se rapportent à l'instruction élémentaire —, sait-on lire, écrire? —, aux infirmités physiques et mentales, à la religion professée ; les pays à races multiples interrogent aussi sur les dialectes parlés, sur la race. Il y a parfois d'autres questions encore ; aux États-Unis, par exemple, la feuille de famille comporte trente questions.

2. Les données professionnelles et industrielles.

Le bulletin de recensement contient toujours une ou plusieurs questions sur la profession, le plus souvent sous la forme suivante :

Quelle est la profession, occupation, condition, position?

Il n'en figure pas d'autres sur les bulletins de l'Italie, de la Grande-Bretagne, de la Suède, de la Norwège, du Danemark, de la Russie, de l'Espagne, du Portugal, du Brésil et des États-Unis.

Or une question aussi vague ne peut appeler que des réponses elles-mêmes fort vagues. On répondra par exemple : Négociant, employé, tourneur, industriel, chef de bureau, etc.

Évidemment ces indications peuvent permettre un premier classement de la population, mais un classement bien sommaire.

D'ailleurs l'interrogation est de forme trop elliptique. On semble assimiler la position à l'occupation, ou à la profession : ce sont des notions différentes. La profession, c'est le métier

qu'on a appris dans son ensemble; l'occupation, le travail spécial auquel on consacre son temps ; la position, la place que l'on occupe dans la hiérarchie sociale.

Si l'on veut obtenir des réponses sur tous ces points, il faut plusieurs questions. En France, pour 1886 et 1891, en Belgique, Hollande, Grande-Bretagne, Italie, Allemagne, Autriche-Hongrie, une question spéciale s'applique à la situation dans la profession de la personne recensée. On demande par exemple : Etes-vous patron, employé, ouvrier, domestique ? La situation dans l'industrie ou la profession se trouve ainsi déterminée. Mais la véritable nature de la profession ou de l'occupation est encore incertaine et voici pourquoi.

Dans les métiers où la division du travail est peu accentuée, dans les professions libérales par exemple, dans l'agriculture, la désignation de la profession ne prête à aucune ambiguïté. Quand une personne a répondu : avocat, ou culivateur, on a des éléments suffisants pour la classer, étant données les conditions actuelles de l'exercice de ces professions. Mais dans le commerce, et surtout dans l'industrie, la division et la spécialisation des fonctions sont poussées très loin. A quel point de cette division faudra-t-il s'arrêter pour que la profession soit bien désignée ?

Presque toujours, il est vrai, des explications détaillées prescrivent de préciser. On dit d'éviter que la dénomination employée puisse amener confusion avec une autre profession, et encore, on prie d'indiquer la branche d'industrie à laquelle se rattache la profession, mais on ne dit pas comment le recensé saura que sa profession peut être confondue avec une autre, on ne lui dit pas ce qu'il doit entendre par profession et par branche d'industrie.

Par exemple, le caissier d'une banque pensera-t-il, s'il se désigne simplement comme caissier, que des ouvriers fabriquant des caisses se désignent aussi sous la même dénomination ? Un ouvrier d'une fabrique de machines agricoles occupé au rabotage des bois dans l'atelier de menuiserie, pourra indiquer sa profession sous l'une des formes suivantes : raboteur, menuisier, fabricant de machines agricoles. Sa profession est-elle raboteur, ou menuisier, ou fabricant de machines agricoles ; la branche d'industrie à laquelle il appartient est-elle la fabrication des machines agricoles, ou la menuiserie, ou le rabotage du bois ? En principe il n'y a pas de raison de préférer l'une ou l'autre de ces

désignations: tout dépend du degré de division de l'industrie que l'on veut observer.

Dès lors, comment des renseignements forcément indécis, résultant d'interprétations douteuses, peuvent-ils servir de base à une statistique sérieuse des professions ? Sans doute, là où l'industrie est encore peu développée on peut s'en contenter, mais là où elle a pris de l'extension — et, plus nous irons, plus son développement sera partout poussé dans le sens de la division du travail, — il faut autre chose qu'une vague classification à divisions incertaines.

On fait alors appel à une notion plus précise que celle de profession ou de branche d'industrie, à celle d'établissement industriel.

En Suisse (1888), on invite le recensé à faire connaître la nature, le siège, la raison sociale de l'entreprise où il est occupé ; en Hongrie (1890), on lui demande également, — s'il n'est pas indépendant, — de dire par quelle entreprise ou quel patron il est occupé. On s'est proposé dans ces deux contrées d'ajouter à des questions, forcément imprécises et difficiles à interpréter, une question qui ne puisse prêter à ambiguïté et qui soit à la portée du premier venu. Tout ouvrier sait chez qui il travaille, à quelle adresse, et l'on peut, si l'indication de sa profession n'est pas assez précise, la mieux déterminer par la connaissance de l'établissement qui l'emploie.

En Hollande, les renseignements sur l'établissement ne sont pas demandés aux employés et ouvriers, mais ils le sont aux patrons. Le chef d'entreprise doit indiquer s'il dirige cette entreprise pour son compte ou pour un autre, combien de personnes travaillent sous sa direction et s'il emploie des moteurs mécaniques.

En Belgique, on a procédé, en 1896, à un recensement des industries et métiers; une feuille de ménage a été remise à chaque famille où quelqu'un se trouve engagé dans l'industrie. Sur cette feuille de ménage, des colonnes sont réservées pour les ouvriers; les agents recenseurs doivent, pour chaque ouvrier, indiquer le nom, l'industrie et l'adresse du patron qui l'emploie.

Nous trouvons dans tous ces bulletins le souci d'une détermination plus précise de l'industrie à laquelle se rattache chaque personne recensée. De plus, en Hollande, on cherche à connaître l'importance des établissements industriels par questions posées aux patrons.

3. Formulaires spéciaux pour les établissements.

Aux États-Unis, en Allemagne et en Belgique, on a employé des formulaires spéciaux pour recueillir, sur les établissements industriels, des données très nombreuses, très détaillées.

En Belgique (1896), les renseignements portent sur la nature de l'industrie, les produits fabriqués, les moteurs, le personnel et les conditions du travail, durée, salaires, etc.

En Allemagne (1895), les renseignements demandés se rapportent aux industries exercées, au personnel, à sa répartition entre les diverses spécialités de travail, aux ouvriers à façon employés au dehors, au nombre, à l'importance des machines et des divers outils utilisés (1).

Aux États-Unis (1890), outre des renseignements analogues à ceux demandés en Belgique et en Allemagne, les formulaires en réclament sur les quantités et valeurs des marchandises achetées et fabriquées au cours de l'année, pour chaque genre de marchandises, sur l'importance des frais généraux par catégories, sur les capitaux engagés, mobiliers et immobiliers, sur l'activité du travail aux diverses époques de l'année.

C'est la pénétration du recensement dans les détails de l'organisation et du fonctionnement des entreprises. Des investigations aussi étendues, aussi indiscrètes, ne paraissent pas excessives aux Américains. On peut évidemment douter de l'exactitude d'informations qui touchent aux éléments intimes de la constitution de chaque entreprise. Il est curieux toutefois de constater que le souci d'une aussi vive lumière sur tous les points de l'organisation industrielle s'observe, en même temps, dans l'Etat qui passe pour un des plus autoritaires, l'Allemagne, et dans celui qui passe pour un des plus libéraux, les Etats-Unis.

(1) Les résultats du recensement opéré le 14 juin 1895 montrent quelle différence profonde sépare le recensement des professions déclarées par chaque individu, de celui des personnes qui travaillent dans telle ou telle industrie. Par exemple le dépouillement des feuilles de ménage allemandes donne 280.000 personnes classées comme travaillant dans la couture et en faisant leur occupation principale, 16.500 personnes occupées accessoirement, tandis que le dépouillement des feuilles d'industrie accuse, dans les établissements de couture, 240.000 personnes seulement, y compris 32.000 ouvriers à domicile. Des différences de ce genre s'observent naturellement dans toutes les industries. (Voir à ce sujet *Die Deutschen Gewerbezählungen*, von Rich. Riedl, Wien 1898.

II.— Méthode du recensement français des industries et professions en 1896.

1. Limitation de l'enquête.

On n'oserait pas tenter en France, à propos du recensement de la population, de semblables investigations. Il ne paraît pas qu'il soit possible actuellement d'obtenir, autrement que par des enquêtes particulières, des renseignements sur la durée du travail, les salaires, les quantités et valeurs des produits fabriqués, des matières premières mises en œuvre, la composition et l'importance de l'outillage.

On conçoit que ces éléments essentiels de la richesse et de la prospérité nationales formeraient précisément les articles principaux de l'inventaire économique du pays. Mais la question se pose de savoir si une enquête aussi générale qu'un recensement peut les faire connaître directement, avec quelque exactitude, ou si, au contraire, il n'est pas préférable de recourir à d'autres moyens.

Une enquête très générale est presque inévitablement superficielle, à moins d'y consacrer des sommes considérables. Tel le Census des États-Unis, en 1890, qui a coûté près de 60 millions de francs, 0,93 *f* par habitant.

En France, on ne peut songer à de pareilles opérations et l'on vise, avec assez de raison, à arriver au résultat le plus simplement possible.

On veut, par exemple, déterminer la valeur de la production du pays à diverses époques. Va-t-on demander à chaque chef d'entreprise quelle a été sa production de l'année, son chiffre d'affaires? Mais une même marchandise pourrait être comptée un grand nombre de fois, par exemple, la laine une première fois par le délaineur, puis par le peigneur, puis par le filateur, etc. Il faudrait donc, de toute nécessité, prier le chef d'entreprise de défalquer la valeur des marchandises entrées en magasin. Or, que représente la différence? La valeur ajoutée par l'industriel aux matières premières, et cette valeur se compose de salaires et d'un bénéfice. La production réelle du pays n'est autre chose que la somme de ces valeurs ajoutées.

Si l'on admet, ce qui est très plausible, que dans une industrie donnée, la concurrence ramène le taux du bénéfice à un tant

DÉNOMBREMENT DE 1896

EXTRAIT DU BULLETIN INDIVIDUEL

(PARTIE PROFESSIONNELLE)

Profession, position ou occupation

Quelle est votre profession ?..

Précisez. Par exemple : Si vous êtes **agriculteur**, dites si vous êtes **propriétaire exploitant, fermier, métayer, journalier agricole, domestique de ferme ;** si vous **fabriquez** dans vos ateliers (ne vous appelez *fabricant* que dans ce cas), dites : **fabricant de..., raffineur de..., entrepreneur de..., réparateur de...,** etc. ; ou, pour désigner un **commerce**, dites : **négociant en..., marchand de..., loueur de...,** etc. Précisez aussi pour les **professions libérales,** dites ; **instituteur public, instituteur privé, artiste peintre, artiste lyrique,** etc. — Si vous êtes **employé, ouvrier,** dites quel est exactement votre métier, quelle est votre spécialité : **dessinateur sur étoffes, comptable, tourneur en bois, tourneur en cuivre, tailleur de pierres,** etc. — *Pour les personnes sans profession, répondre :* **néant.**

Si vous êtes **patron, chef d'établissement,** *dans une profession agricole, industrielle, commerciale, libérale ou* **ouvrier à façon travaillant chez vous** (Voir la note au dos) :

a) Raison sociale, nom, adresse de l'établissement ou de l'entreprise que vous dirigez :..

....

Rue.., n°..............

Commune d..

Arrondissement d..

b) Combien de personnes occupez-vous actuellement, au total, dans cet établissement ? ....

c) *Êtes-vous* **ouvrier à façon** *travaillant chez vous ?* ....

Ne rien écrire ci-dessous (réservé à l'agent recenseur).

Si vous travailles sous la direction ou au service d'autrui, comme **ingénieur, employé, ouvrier, journalier, garçon, apprenti, domestique,** *etc.* (Voir la note au dos) :

a) Nom et adresse du patron ou de l'entreprise qui vous emploie :

....

Rue.., n°..............

Commune d..

Arrondissement d..

b) Nature de la profession, de l'industrie, du commerce, de votre patron :..

c) Si vous êtes sans place ou sans emploi, est-ce pour { maladie ou d'invalidité ?................ / morte-saison régulière ?................ / autre manque accidentel d'ouvrage ?................

Profession, position ou occupation.

Les questions posées ont pour objet de rattacher les personnes exerçant une profession à l'entreprise qui leur fournit *actuellement* les moyens d'existence. Les personnes qui exercent plusieurs professions ne répondront qu'en ce qui concerne leur profession *principale*, c'est-à-dire celle qui leur prend la majeure partie de leur temps. Désigner la profession d'une manière précise et détaillée.

Patrons, chefs d'établissement.

On entend par établissement la réunion de plusieurs personnes travaillant ensemble d'une manière permanente, en un lieu déterminé, sous la direction d'un ou de plusieurs représentants d'une même raison sociale. Le ou les chefs d'établissement, ceux qui dirigent le groupe, devront, sur leur bulletin, indiquer :

1° La raison sociale de la maison ou de l'entreprise à laquelle ils appartiennent;

2° Le nom et l'adresse *complète* de l'établissement qu'ils dirigent;

3° Le nombre de personnes occupées au total, comme employés, ouvriers, voyageurs, etc., sous leur direction, et rattachés à l'établissement. Si plusieurs établissements distincts appartiennent à une même Compagnie, sont réunis sous une même raison sociale, ce n'est point le directeur général qui doit répondre à cette question, mais, pour chaque établissement, l'agent local qui dirige le personnel (chef de dépôt, chef de gare, ingénieur d'une fosse, gérant d'une succursale, etc.)

Travailleurs à domicile ou indépendants.

Ceux qui exercent un métier à domicile, ceux qui ne travaillent sous la direction de personne, doivent se considérer comme chefs d'établissement et reproduire leur nom et leur adresse à gauche du bulletin. S'ils emploient des aides, *même de leur famille*, ils doivent en indiquer le nombre. Ces membres de leur famille doivent alors, bien entendu, indiquer, sur leur bulletin individuel, la profession qu'ils exercent auprès du chef de famille.

Employés et ouvriers.

Toute personne travaillant sous la direction d'autrui devra indiquer le nom de la maison ou de l'entreprise qui l'occupe, l'adresse *complète* de l'établissement où elle travaille. Les personnes dont la profession exigent un déplacement continuel, voyageurs, rouliers, mariniers, etc., indiqueront l'adresse actuelle de l'établissement, du chantier, du dépôt, etc., auxquels elles se rattachent, où elles reçoivent leur traitement ou leur salaire.

Les personnes qui, bien que vivant habituellement de l'exercice d'une profession comme employés ou ouvriers, sont actuellement sans place ou sans emploi, ne peuvent naturellement fournir ni nom, ni adresse d'une maison les occupant. Elles répondront : *néant* aux questions correspondantes, et elles indiqueront par *oui* à laquelle des causes indiquées est attribuable leur chômage. Elles indiqueront aussi depuis combien de jours elles sont sans place ou sans emploi.

pour cent assez uniforme du prix de revient, il en résulte que le total des salaires payés sera un indice satisfaisant de la production totale. Une enquête tout à fait générale n'est d'ailleurs pas nécessaire pour connaître les salaires, car ceux-ci sont également soumis aux lois de la concurrence qui déterminent les prix courants. Il suffit, comme l'ont fait l'Office du travail américain et l'Office du travail français, pour un certain nombre d'industries, de les observer dans une partie assez importante des établissements industriels, pour calculer des moyennes que l'on peut ensuite appliquer raisonnablement à l'ensemble des établissements.

Cette manière de faire revient à diviser le problème en deux parties :

1° Déterminer le nombre des unités productrices ;

2° Déterminer le rendement de chaque unité.

Lap remière partie ne peut être traitée que par un recensement général; la seconde peut l'être par des enquêtes particulières.

De même, l'outillage ne peut être utilement connu par enquête générale. Quand même on effectuerait un dénombrement des outils de même genre, leur puissance, leur efficacité sont généralement trop différentes pour qu'il en résulte un enseignement véritablement utile. Au contraire, des enquêtes particulières peuvent permettre une description détaillée, dans chaque industrie, de l'outillage que peut actionner une force motrice déterminée, et il suffit de connaître l'importance totale des forces motrices pour apprécier la capacité de l'outillage dans l'industrie considérée.

Quelle que soit la manière dont le problème est posé, on est toujours ramené à dénombrer les unités productrices : personnes exerçant une profession, engagées dans une industrie quelconque, et forces motrices;

Pour ne laisser échapper aucun élément, on est obligé de lier l'opération à un dénombrement général de la population.

2. Le bulletin de recensement et la représentation des établissements.

En 1896, il s'agissait d'ajouter au bulletin du dénombrement ordinaire de la population des questions susceptibles d'amener une détermination précise de la profession et de l'industrie à laquelle se rattache chaque personne recensée.

A cet effet, on a pris pour base de recensement l'*établissement* défini de la manière suivante : « la réunion de plusieurs personnes travaillant en commun d'une manière permanente, en un lieu déterminé, sous la direction d'un ou plusieurs représentants d'une même raison sociale, d'une même *firme* ».

Je n'insisterai pas davantage sur l'imprécision des notions de profession, d'occupation, de branche d'industrie. Que recouvrent-elles, comment se distinguent-elles, quelles en sont les limites? Ce n'est pas dans une réunion d'ingénieurs qui vivent au milieu de l'enchevêtrement de fonctions que crée la division du travail, l'organisation industrielle moderne, qu'il est nécessaire de s'étendre sur la difficulté, et même fréquemment l'impossibilité de saisir ces distinctions fugitives.

L'établissement, au contraire, est un domaine à contours presque toujours fort nets. Il est défini par la constitution juridique de la responsabilité sociale, par un groupement de personnes travaillant en commun, par la notoriété publique, par l'existence d'un siège permanent en un lieu déterminé.

On trouvera ci-contre un extrait du bulletin individuel de 1896, relatif à la profession.

Dans la moitié inférieure deux compartiments différents, séparés par un trait vertical, sont réservés, l'un aux patrons, chefs d'établissement, l'autre aux employés et ouvriers. De cette façon, les questions posées aux uns et aux autres peuvent l'être sous forme différente, et c'est un avantage. Tous, patrons, employés et ouvriers, doivent inscrire en tête de la partie professionnelle du bulletin, leur profession principale à la date du recensement, puis, chacun, dans la partie du bulletin qui lui est affectée, doit reproduire la raison sociale, le nom et l'adresse de l'établissement auquel il se rattache.

Ce sont là des indications réclamées en Suisse, Hongrie, Hollande, Belgique, et même en Allemagne et aux États-Unis, sur les questionnaires réservés aux seuls industriels. Mais, tandis que dans tous ces pays, elles sont réclamées, tantôt des employés ou ouvriers seulement, tantôt des patrons seulement, en France, on les demande à la fois aux patrons et aux salariés. L'avantage de cette double transcription est qu'il sera possible de rapprocher les bulletins des employés et ouvriers appartenant à un même établissement et de les accoler aux bulletins des patrons. Cette juxtaposition n'avait jamais été faite dans aucun pays; elle constitue la partie la plus originale du recensement

français; elle va permettre au service chargé du dépouillement d'avoir sous les yeux une sorte de photographie des établissements industriels tels qu'ils sont constitués en réalité. A côté du bulletin d'un fabricant de soieries, par exemple, nous trouvons le bulletin de l'Ingénieur, celui des 5 employés de bureau, du voyageur, du contremaître, des 5 contremaîtresses, des 20 bobineuses, des 30 ourdisseuses, des 90 tisseuses, etc. En sorte que tout ce personnel sera rattaché effectivement et sûrement à l'industrie à laquelle il coopère.

Il ne faudrait pas croire, du reste, que chacune des personnes dont l'ensemble constitue l'établissement indiquera d'une manière convenable l'industrie qui y est exercée. Sur le bulletin industriel, dans la partie réservée aux employés ou ouvriers, on invite ceux-ci à désigner l'industrie exercée par leur patron. Fort souvent les ouvriers d'un même établissement répondent par des désignations très différentes, les unes trop vagues comme négociant, constructeur, filateur, les autres inexactes comme négociant en cuirs lorsqu'il s'agit d'une tannerie, ou tréfileur lorsque la tréfilerie n'est qu'une partie des fabrications pratiquées dans l'établissement. Et même, les déclarations des patrons ne sont pas toujours exactes. Tel fabricant de quincaillerie des Ardennes se déclarera négociant en fers, parce que cette dénomination répond à un ancien usage, tel marchand de meubles s'appellera fabricant de meubles, parce que cette désignation est celle qu'il emploie habituellement, quoiqu'il n'occupe aucun ouvrier de fabrication.

Quelles que soient les explications prodiguées sur les bulletins, on ne peut espérer que les gens appelleront les choses autrement que par leur nom habituel, et qu'ils se renfermeront dans des définitions plus ou moins savantes. D'ailleurs, les explications alourdissent toujours un bulletin de recensement, le font paraître compliqué, tandis qu'il convient de lui donner l'apparence la plus simple possible. Quant aux agents recenseurs, dont le nombre est nécessairement considérable, on ne peut leur demander d'être versés dans les questions de technologie industrielle. Aussi le bulletin idéal de recensement ne doit poser que des questions fort simples, ne donnant lieu à aucune difficulté d'interprétation, et auxquelles les recensés ou les agents recenseurs répondront du mieux qu'ils peuvent. Ce sera ensuite au service chargé du dépouillement à interpréter ces réponses : il pourra le faire d'autant plus judicieusement que, grâce à la juxtaposition

des bulletins, les réponses diverses des personnes composant un même établissement s'éclairent et se complètent les unes par les autres.

Le nombre des personnes occupées dans un même établissement est, en principe, égal à celui des bulletins ainsi groupés. On possède un élément de contrôle dans la déclaration du patron : celui-ci doit indiquer combien d'employés et ouvriers il emploie dans ses ateliers.

Dès lors, la description de chaque industrie peut être assez complète. On sait combien elle occupe de personnes de chaque sexe et de chaque âge, combien sont chefs d'établissement, combien sont employés ou ouvriers; on connaît le nombre des établissements et, parmi ceux-ci, on sait combien ont de 0 à 10 ouvriers, combien de 10 à 20, de 20 à 50, etc.

Non seulement le nombre total des employés et ouvriers est déterminé dans chaque industrie, mais encore on peut les grouper par spécialité de travail. En effet, le recensé, en réponse à la question : quelle est votre profession? doit, en principe, déclarer l'occupation spéciale à laquelle il est occupé. Il le fera très fréquemment d'une manière insuffisante, il dira, par exemple, fileur, raboteur, compositeur. Toutefois l'indication se précise par la connaissance de l'industrie exercée dans l'établissement. Le classement des recensés, par spécialité de travail, sera sans doute notablement moins sûr que le classement par établissement; il est néanmoins possible avec une certaine approximation.

D'après la définition de l'établissement, tous ceux qui travaillent en commun se trouvent compris dans la statistique des établissements; mais il existe d'autres catégories de personnes ayant une profession : ouvriers à domicile, petits patrons travaillant seuls, ouvriers flottants qui travaillent tantôt pour un patron, tantôt pour un autre; ces travailleurs disséminés composeront une catégorie à part; une question spéciale permet de distinguer les façonniers à domicile.

Enfin, les employés et ouvriers sans emploi à la date du recensement ne peuvent indiquer de patron qui les occupe à cette date; ils ne peuvent, sur le bulletin, que déclarer leur profession. On leur pose, d'ailleurs, deux questions spéciales, l'une sur la cause de leur chômage : invalidité, morte-saison ou autre cause, l'autre sur sa durée jusqu'au jour du recensement.

Ces questions sur le chômage, permettent de recueillir des

renseignements précieux pour l'étude de cette infirmité sociale. Il en existe de même genre sur la feuille de ménage allemande. Aux États-Unis, le recensé doit indiquer pendant combien de temps il a été en chômage au cours de l'année. Ce renseignement est plus intéressant que la durée actuelle, mais il est plus incertain parce qu'il fait appel à des souvenirs éloignés.

Je ne m'étendrai pas sur les cas particuliers qui se présentent lorsqu'on applique une méthode générale à un ensemble aussi complexe que l'industrie d'un grand pays.

Ils se résolvent à l'aide des principes posés et de considérations d'ordre pratique. Je rappellerai seulement, qu'en 1896, le bulletin français prescrit de déclarer la profession principale actuelle. On n'a pas tenu compte, pour une première fois, des professions accessoires qui font cependant l'objet d'études intéressantes dans divers pays étrangers, l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie, la Hollande, la Russie.

Le bulletin de recensement qui vient d'être décrit permet le dénombrement des personnes engagées dans chaque industrie ou profession, mais il ne contient aucune question relative aux forces inanimées.

En fait, on a voulu éviter toute complication. Le dénombrement de la population est une grosse opération dont il faut écarter tout ce qui n'est pas indispensable, surtout lorsqu'on apporte déjà aux anciens usages des modifications importantes. Or, parmi les forces motrices qu'on se propose de dénombrer, les machines à vapeur et les chutes d'eau sur les cours d'eau navigables sont soumises à la surveillance du Ministère des Travaux publics; les chutes d'eau sur les cours d'eau non navigables à celle du Ministère de l'Agriculture. Ces deux administrations peuvent fournir, pour chaque établissement industriel ayant un moteur à vapeur ou hydraulique, une fiche portant le nom, l'adresse, l'industrie et la puissance motrice.

Il est possible ensuite, au moyen de ces fiches, de dresser un relevé complet des moteurs à vapeur et des moteurs hydrauliques, c'est-à-dire de la grande masse des forces motrices; l'on peut s'en contenter pour une première fois.

Plus tard, il sera facile d'ajouter au bulletin individuel, dans la partie réservée aux patrons, une question sur le genre et la puissance des moteurs inanimés qu'ils emploient dans leurs exploitations.

III. — Dépouillement des bulletins.

Avant 1896, les bulletins du dénombrement de la population étaient dépouillés dans les communes. Mais les divergences d'interprétation, l'absence de contrôle, rendaient les résultats assez incertains. D'autre part, ce mode d'opérer et le vague des réponses sur la profession conduisaient à répartir la population professionnelle en catégories peu nombreuses et très vastes. Finalement, les chiffres recueillis étaient fort difficilement utilisables.

Pour la première fois, en 1896, les bulletins de toute la France ont été centralisés à Paris par les soins de l'Office du Travail, au Ministère du Commerce, comme cela se pratique en Allemagne, en Autriche, en Belgique, en Russie, aux États-Unis.

Malheureusement, en France, deux administrations différentes participent au dénombrement. L'une, le Ministère de l'Intérieur, en prescrit et en surveille l'exécution ; l'autre, le Ministère du Commerce, en tire la majeure partie des résultats. Or, le Ministère de l'Intérieur n'a pas consenti à se dessaisir des bulletins dans leur intégrité ; il a fallu se contenter de la partie inférieure dite professionnelle. Les indications de la partie supérieure sur le sexe, l'âge, l'état civil, la nationalité ont dû, par suite, être reportées au bas du bulletin par les soins des agents recenseurs. En ce qui concerne ces données du recensement, le service central n'a donc eu que des copies, ce qui est toujours fâcheux.

1. Classement des bulletins par domicile de travail.

Après la séparation des bulletins en deux parties, dont l'une devenait le bulletin professionnel, les communes devaient classer ces bulletins professionnels par *domicile de travail.* L'expression s'explique d'elle-même : il s'agit du siège de l'établissement où l'on travaille habituellement en commun.

Les bulletins des personnes employées dans une commune limitrophe de celle où elles résident, étaient transmis par la commune de résidence à la commune lieu de travail. Si ces deux communes n'étaient pas limitrophes, la transmission n'en était pas faite ; dans ce cas, le classement suivant le domicile de travail devait être complété à Paris. D'ailleurs, il a fallu exécuter ce classement pour les communes négligentes : telle a été la

première opération du dépouillement après la réception des bulletins.

Cette opération a été effectuée à l'aide de casiers à cent compartiments verticaux, analogues à ceux employés par l'administration des Postes, ou de tables horizontales lorsque les classements étaient simples.

Pour les grandes villes, il faut commencer par trier les bulletins par rue, puis par numéro et enfin par établissement. Pour les petites localités, on classe par ordre alphabétique de nom d'établissement. Le travail a été exécuté par des dames. Moyennement, un même bulletin doit être repris trois fois, et l'on classe ainsi 300 bulletins par heure.

2. Pointage des bulletins.

Les bulletins classés par domicile de travail (ceux d'un même établissement épinglés ou ficelés ensemble), sont soumis ensuite à une deuxième opération dite *pointage*. Les agents chargés de ce travail doivent, après examen de l'ensemble des bulletins qui reconstituent l'établissement, déterminer la véritable nature de l'industrie qui y est exercée. Si plusieurs industries coexistent, ou bien l'on constitue autant d'établissements que d'industries différentes, ou bien l'on détermine l'industrie principale, c'est-à-dire celle qui occupe le plus grand nombre de personnes dans l'établissement. Des instructions détaillées indiquent aux agents pointeurs suivant quelles règles ils doivent se guider.

La nature de l'industrie principale étant déterminée, le pointeur doit chercher, sur un dictionnaire alphabétique, le nom de cette industrie. En regard se trouve un numéro qu'il inscrit sur le premier bulletin de l'établissement.

Un mot sur la nomenclature des industries. On n'a pas voulu de classification forcée, toujours plus ou moins arbitraire, et qui groupe des industries que l'on a parfois intérêt à considérer isolément. Chaque industrie a son numéro d'ordre ; le numérotage est conforme à la méthode décimale appliquée au classement des bibliothèques par l'Américain Melvil Dewey. Les grandes divisions économiques, telles que pêche, agriculture, industries extractives, etc., sont numérotées de 1 à 9. Puis on ajoute des décimales à la droite de ce numéro, de manière à avoir un nombre décimal différent pour chaque industrie. Bien entendu, on suit un certain ordre, on s'attache à laisser à côté les unes des autres les industries similaires. Comme l'a remarqué Laboulaye, c'est

par l'analogie des procédés de travail, des procédés industriels, que les industries se placent naturellement à côté les unes des autres et souvent se pénètrent : la nomenclature des industries et professions, utilisée pour le recensement de 1896, range, en conséquence, ces industries et professions dans un ordre méthodique fondé en principe sur l'analogie des procédés industriels.

Le pointage est aussi une vérification des bulletins de l'établissement : le pointeur s'assure que ceux-ci appartiennent bien tous au même établissement; il vérifie si le nombre des employés et ouvriers indiqué par le patron correspond au nombre des bulletins rattachés ensemble. Si ce dernier est plus grand, on le considère comme bon et on l'inscrit à la place du premier.

Les bulletins de travailleurs disséminés sont marqués d'un signe spécial; ceux qui, faute d'indications, ne peuvent être rattachés à un établissement, et ne peuvent non plus être considérés légitimement comme bulletins de travailleurs disséminés, sont marqués d'un autre signe. Aucun signe n'est nécessaire pour distinguer les patrons des salariés, puisque ceux-ci se sont portés à droite, ceux-là à gauche du bulletin.

Le pointage est alors terminé. On conçoit que les agents qui en étaient chargés avaient fréquemment à interpréter, à discerner; on les a recrutés à la suite d'un examen. Ils pointaient en moyenne de 2 à 300 bulletins par heure; leur travail était vérifié par épreuves et on tolérait 1,5 0/0 d'erreur.

Les bulletins étaient ensuite classés par numéro d'industrie, en laissant accolés ceux de chaque établissement. Tout le travail exigeant un certain discernement est alors achevé, les opérations qui suivent le pointage sont purement mécaniques; il n'y a plus à interpréter. Il ne s'agit que de compter des bulletins après les avoir triés suivant un numéro, un sexe, un âge, une dénomination quelconque. Le travail aurait pu être effectué à la main, au moyen de casiers de classement : on a préféré avoir recours à des appareils qui classent et comptent en même temps.

3. Dépouillement des cartes de recensement par le système Hollerith.

L'idée de recourir à des procédés mécaniques pour le dépouillement des bulletins de recensement a été appliquée pour la première fois aux États-Unis, lors du Census de 1890. Un concours avait été ouvert pour juger de la valeur des diverses mé-

Département		Arrondissement														
0	0	a	I	BO	Ti	1P	0	2	4	6	8	10	21	101	501	2ml
			Situation.				*Nombre d'employés et ouvriers de l'établissement.*									
1	1	b	Pa	Dm	TD	Ch	1	3	5	7	9	11	51	201	ml	5ml
2	2	c	0	0	0	0	0	47	463	36	22	222	237	18	12	0
													Origine.	*Age.*	*Sexe.*	*État civil.*
3	3	d	1	1	1	1	1	473	46	41	228	221	Nd	25	M	Cl
4	4	e	2	2	2	2	2	479	458	411	46	2	Nh	35	F	Mr
								Industries								
5	5	f	3	3	3	3	3	49	48	449	447	44	Fri	45	X	Ve
			Industries.					*les plus fréquentes.*								
6	6	g	4	4	4	4	4	85	55	56	634	6	Et	55	Dv	Inc
7	7	h	5	5	5	5	5	92	644	628	64	62	Inc	65	X	1
													Cause du chômage.	*Durée du chômage.*		
8	8	i	6	6	6	6	6	X	Dm	Bu	Co	Mu	Inv	2	3	4
								Spécialité de travail.								
9	9	k	7	7	7	7	7	Pe	Su	Fo	Ma	Fe	MS	5	6	7
Ic	10	l	8	8	8	8	8	Cr	ID	Mn	Cp	Mg	AC	8	9	13
o	n	m	9	9	9	9	9	Cd	Se	Cf	Aj	El	Inc	26	An	X

83.589 (Numéro d'ordre de la carte.)

Signes conventionnels.

1. *Numéro du département.* — Poinçonnage du chiffre des dizaines et de celui des unités.

2. *Lettre de l'arrondissement.* — Chaque arrondissement du département est désigné par une lettre conventionnelle.

3. *Industries.* — S'il s'agit d'une industrie fréquente dont le numéro est transcrit au centre de la carte, on poinçonne son numéro; pour les autres industries, on poinçonne les cinq chiffres du numéro, chaque colonne de chiffres s'appliquant à une unité d'ordre différent, et si celui-ci comporte moins de quatre décimales, on remplace les dernières par des zéros.

4. *Situation.* — *Pa,* patron, chef d'établissement;
Eo, employé ou ouvrier;
Ti, travailleur disséminé;
TD, travailleur disséminé à domicile;
Dm, domestique;
Ch, employé ou ouvrier en chômage;
I, situation inconnue.

5*a*. *Établissements.* — Sur la première carte de l'établissement seulement:
1P, premier bulletin de l'établissement (sur les autres cartes on poinçonne *m,* à gauche et au bas de la carte);
0, 1, 2 à 10, nombre exact des employés et ouvriers de l'établissement;
11, 11 à 20 employés;
21, 21 à 50 employés;
51, 51 à 100 employés;
101, 101 à 200 employés;
201, 201 à 500 employés;
501, 501 à 1 000 employés;
m1, 1 001 à 5 000 employés;
5m1, 5 001 employés et plus;

5. *Spécialité de travail.* — Pour les cartes d'employés et ouvriers des établissements seulement :

Bu, employé de bureau, commis, clerc, comptable ;
ID, ingénieur, dessinateur ;
Su, surveillant, contremaître ;
Dm, domestique ;
Co, charretier, cocher, livreur ;
Mu, menuisier ;
Pe, peintre ;
Fo, forgeron ;
Ma, maçon ;
Fe, ferblantier ;
Cr, charron ;
Mn, mécanicien, tourneur, machiniste ;
Cp, charpentier ;
Mg, magasinier, emballeur ;
Cd, chaudronnier en fer ou en cuivre ;
Se, sellier-bourrelier ;
Cf, chauffeur ;
Aj, ajusteur, serrurier ;
El, électricien ;
X, spécialité non désignée.

6. *Sexe.* — *M*, masculin ;
F, féminin ;
X, sexe inconnu.

7. *Age.* — *0*, 0 à 11 ans ;
12, 12 à 17 ans ;
18, 18 à 24 ans ;
25, 25 à 34 ans ;
35, 35 à 44 ans ;
45, 45 à 54 ans ;
55, 55 à 64 ans ;
65, 65 ans et plus ;
X, âge inconnu.

8. *État civil.* — *Cl*, célibataire ;
Mr, marié ;
Ve, veuf ;
D, divorcé ;
Inc, état civil inconnu.

9. *Origine.* — *Nd*, Français né dans le département de recensement ;
Nh, Français né hors du département ;
Fri, Français, lieu de naissance inconnu ;
Etr, étranger ;
Inc, nationalité inconnue.

Pour les employés et ouvriers en chômage, les indications 5*a* et 5*b* étaient remplacées par les suivantes :

a) *Cause du chômage.* — *Inv*, invalidité, maladie ;
Ms, morte-saison régulière ;
Ac, autre cause ;
Inc, pas d'indication de cause.

b) *Durée du chômage.* — *1 à 8*, nombre des semaines ;
9, 9 à 12 semaines ;
13, 13 à 25 semaines ;
26, 26 à 51 semaines ;
An, 1 an et plus ;
X, durée inconnue.

dans les godets et ferment certains circuits électriques, d'où mise en mouvement de certains compteurs qui marquent une unité.

Le tableau des cadrans compteurs est placé face à l'opératrice, le tableau de distribution derrière la machine. Celui-ci comporte autant de bornes que la carte contient d'indications: ces bornes sont réunies aux godets à mercure et aux compteurs par des fils fixes: on les relie entre elles par des fils volants.

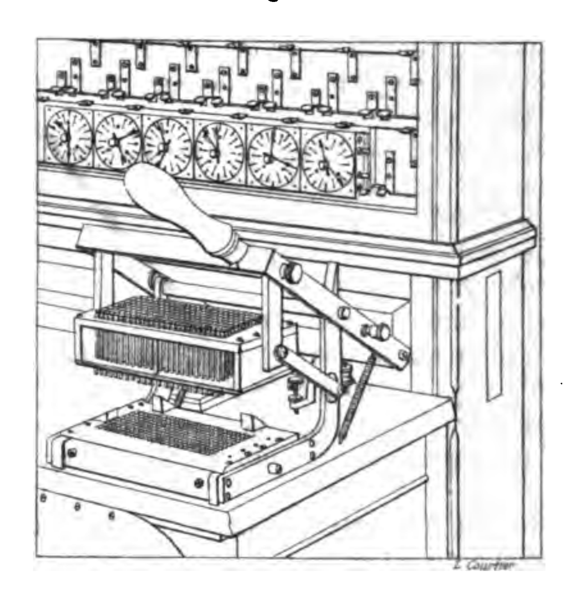


Fig. 2. — Machine Hollerith.

Chaque compteur avance ainsi d'une unité, toutes les fois qu'une carte porte une combinaison de trous déterminée; il y a par exemple un compteur qui marque une unité chaque fois qu'il s'agit d'une carte d'employé du sexe masculin, célibataire.

Les combinaisons que l'on veut dénombrer sont déterminées d'avance et à la distribution des fils est établie en conséquence. Un constructeur de Vienne, Otto Schaeffler, a modifié la machine Hollerith en y adaptant un commutateur qui permet de changer les combinaisons sans toucher aux fils fixes.

Telle que je viens de la décrire, la machine Hollerith classe et compte des indications transcrites sur des cartes, celles-ci

étant maintenues, après leur passage, dans l'ordre où elles se trouvaient avant.

M. Hollerith y a ajouté une boîte de classement (sorting box) (*fig. 3*). Celle-ci se compose d'une série de compartiments verticaux, lesquels sont fermés par des couvercles actionnés par des armatures d'électro-aimants. Lorsqu'une carte passe sous la presse, un de ces couvercles se lève, et l'opératrice la place



Fig. 3. — Boîte de classement (Sorting box).

dans le compartiment ouvert qu'elle referme dans le même mouvement. Une distribution nouvelle des cartes se trouve ainsi préparée pour un passage ultérieur.

En principe, les cadrans compteurs ne sont pas remis au zéro. On reporte sur les tableaux de dépouillement les nombres lus et on en fait les différences successives.

Le dépouillement à la machine des cartes du recensement français a été divisé en trois parties.

Les cartes étaient livrées par arrondissement, et, dans chaque arrondissement, elles étaient classées, comme on l'a vu, par sexe et par industrie.

Le premier passage (schéma *fig. 4*) a pour objet de les compter et de les classer, dans un certain nombre de groupes d'industries, suivant la situation du recensé comme chef d'établissement, employé ou ouvrier, travailleur autonome, domestique; on compte aussi les établissements au moyen des cartes poinçonnées *1 P*. (Voir page 414).

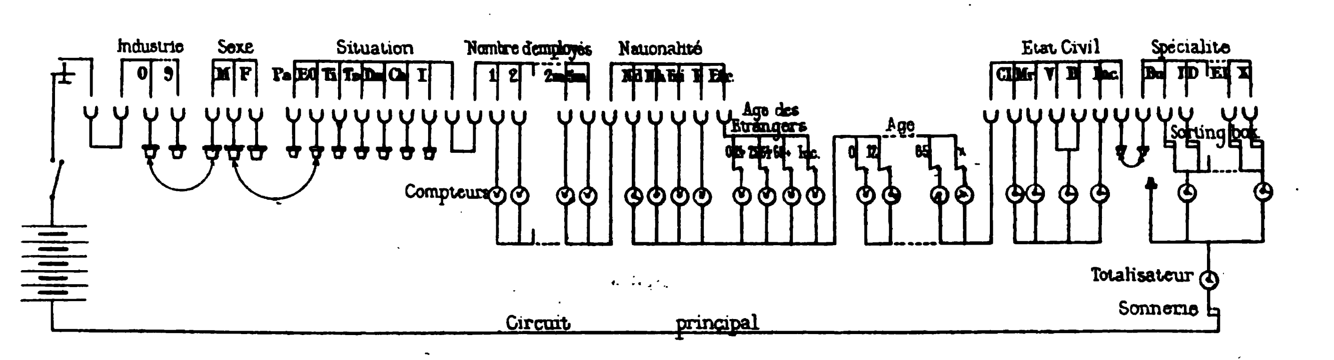
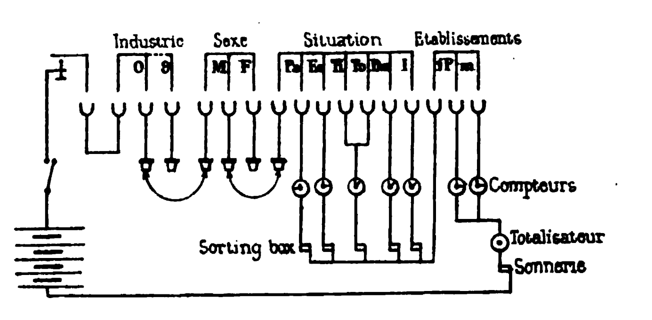


Fig. 5. — Schéma de la distribution au deuxième passage des cartes.



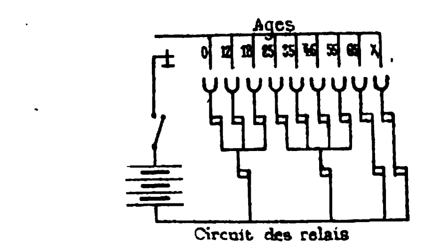


Fig. 4. — Schéma de la distribution au premier passage des cartes.

A titre de contrôle, on compte encore le nombre des cartes qui ne sont pas poinçonnées au signe *1 P* (on les avait poinçonnées au signe *m* dans la partie réservée à l'indication de l'arrondissement) et il y a de plus un compteur pour le nombre total des cartes, ce qui permet une double vérification. En même temps, les cartes sont triées par situation dans le sorting box, en vue du second passage.

Une sonnerie fonctionne au passage de chaque carte, lorsque celle-ci est convenablement poinçonnée. Si l'on a oublié un trou ou si l'on en a, par erreur, percé deux dans le même compartiment de la carte, on est averti par l'absence de la sonnerie.

Les cartes sont ensuite enlevées du sorting box et rangées dans des boites *ad hoc*. Elles se trouvent par groupes, celles de patrons masculins ensemble, etc. Dans chacun de ces groupes on réunit, industrie par industrie, celles d'un même département.

Les cartes d'un même groupe passent alors à une seconde machine (schéma *fig. 5*) où elles sont comptées suivant l'âge, l'état civil, la nationalité; on compte aussi les premières cartes d'établissement d'après le nombre des employés et ouvriers.

Pour la plupart des cartes, les opérations sont terminées. Cependant, celles d'employés et ouvriers, exerçant une des spécialités de travail transcrites sur la carte, sont classées au moyen du sorting box. Elles subiront un troisième passage pour être comptées, dans chaque spécialité de travail, par âge et par état civil.

Les cartes des chômeurs, qui sont toujours restées à part, parce que les bulletins étaient eux-mêmes à part, doivent également subir un troisième passage destiné à les compter par groupes industriels suivant la cause et la durée du chômage.

Toutes ces manipulations sont effectuées par un personnel féminin. Le nombre des cartes passées par heure dépend essentiellement du nombre des lectures de cadrans auxquelles il faut procéder dans l'intervalle. Lorsqu'il n'y a pas de lectures, une opératrice exercée passe aisément 2000 cartes à l'heure.

4. Avantages et inconvénients du système Hollerith.

La raison de la supériorité du dépouillement à la machine sur le dépouillement à la main se conçoit aisément.

Supposons que l'on veuille compter les cartes divisées en cinq groupes suivant l'état civil, chacun de ces groupes divisé lui-même en dix sous-groupes suivant l'âge. A la main on formera

$5 \times 10 = 50$ paquets, puis on comptera le nombre des cartes dans chaque paquet. L'opération sera assez rapide et point n'est besoin de machines pour l'exécuter.

Mais, souvent, on n'a pas besoin d'aussi grands détails. On se contente de connaître la répartition de la population par âges, soit 10 nombres, et la répartition par état civil, soit 5, en tout 15 membres au lieu 50. Le machine permet d'obtenir ces 15 nombres aussi rapidement que les 50 de tout à l'heure, tandis qu'à la main, ou bien il faudrait déterminer d'abord les 50 nombres et additionner ceux-ci une première fois 10 par 10, une seconde 5 par 5, ou bien il faudrait trier deux fois les cartes, une fois suivant l'état civil, une autre suivant l'âge.

Naturellement, la supériorité du travail à la machine s'accroît avec le nombre des catégories de renseignements à dépouiller. Un système de relais permet, d'ailleurs, de combiner deux de ces catégories.

Ainsi, reprenons le schéma *(fig. 5)*, qui représente la distribution disposée pour le second passage où les cartes sont triées et comptées par âge, par état civil et par nationalité. On s'est proposé de compter, en même temps, les étrangers par âge : ceux de 0 à 24 ans, de 25 à 64 ans, de 65 et plus et d'âge inconnu, soit quatre groupes d'âges. A cet effet, les godets à mercure correspondant aux âges ont été reliés par un circuit électrique auxiliaire, différent du circuit principal, et, sur ce circuit, on a interposé des relais dont les armatures ferment et ouvrent le circuit principal. Le dessin montre clairement comment, grâce à cette disposition, une carte d'étranger fera avancer d'une unité : à la fois l'un des compteurs des âges, le compteur des étrangers et, en outre, par exemple, celui des étrangers de 25 à 64 ans.

Les avantages de la machine Hollerith sont plus marqués encore lorsque, en raison de l'abondance des renseignements recherchés, les cartes doivent passer un grand nombre de fois. En effet, d'un seul coup de presse on enregistre autant d'indications qu'on a de groupes de compteurs à sa disposition. S'il y a un grand nombre de passages, chacun d'eux supporte une part de plus en plus petite des frais de préparation des cartes.

Ajoutons que le travail de la machine se contrôle constamment, grâce à la sonnerie et au compteur totalisateur.

En regard de ces avantages, il convient de signaler d'abord les inconvénients inhérents à la manœuvre des compteurs au

moyen d'un courant électrique. Les réglages sont délicats, d'autant plus que les résistances des circuits ne sont pas nécessairement constantes.

En second lieu, les frais. Le prix d'acquisition ou de location des machines est actuellement fort élevé et l'on doit les faire venir d'Amérique. Il faut compter, en outre, la dépense d'énergie électrique, les frais d'achat et de poinçonnage des cartes, les frais de compostage des bulletins et des cartes, ceux du calcul des différences sur les tableaux de dépouillement.

J'ajouterai une observation très judicieusement formulée par M. Cheysson (1).

Le système Hollerith a le tort de donner plus de renseignements qu'on n'en peut utiliser. Le nombre des combinaisons que la machine permet théoriquement d'enregistrer est très considérable, et le système est d'autant plus avantageux que l'on enregistre effectivement un plus grand nombre de ces combinaisons. Mais, pratiquement, les résultats ne valent que si l'on peut les publier; pour un plus grand nombre d'entre elles, l'intérêt est médiocre et ne vaut pas les frais de publication.

En France, où les sommes consacrées à la statistique sont relativement faibles, le système Hollerith est loin de produire tous ses avantages. Son succès est surtout grand dans les pays où les données du recensement sont recueillies sur des feuilles de ménage et non sur des bulletins individuels. En effet, un classement économique des renseignements portés sur les feuilles de ménage oblige à les transcrire d'abord sur des fiches individuelles, au moment du dépouillement. Dès lors, il n'est pas plus coûteux, et il est plus commode, d'opérer cette transcription au moyen d'un poinçonnage de cartes.

En France, on a adopté le système des bulletins de recensement individuels; les explications qui précèdent montrent que ce système est indispensable pour le recensement correct des industries et professions.

L'application de la machine Hollerith exige donc, comme toute application industrielle, une étude préalable des avantages et des inconvénients *dans chaque cas particulier*.

En Amérique, le système a été adopté non seulement pour le recensement de la population, mais encore, paraît-il, pour les statistiques des bureaux météorologiques, des Compagnies d'assu-

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement*, numéro d'avril 1898.

rances, des Compagnies de chemins de fer, etc. Des Compagnies de chemins de fer ont trouvé dans son emploi un moyen économique de tenir la comptabilité de leur trafic avec un grand détail.

L'intervention de procédés industriels dans des opérations d'ordre plutôt scientifique et administratif paraîtra, sans doute, chose assez intéressante en soi. On peut encore y voir une méthode féconde pour tirer un meilleur parti d'innombrables documents qui intéressent la vie économique et sociale du pays et qui, trop souvent, demeurent stériles faute de moyens pratiques de les grouper, de les synthétiser économiquement et avec unité de vues. La voie a été ouverte par l'application du système Hollerith, laussi l'inventeur a-t-il droit à la reconnaissance de ceux qui s'intéressent aux progrès de la statistique et, en particulier, de la statistique industrielle.

NOUVEAU PROCÉDÉ ÉLECTRO-MÉTALLURGIQUE

POUR LA

PRODUCTION DU FER, DE L'ACIER ET DE LEURS ALLIAGES

DE

M. le Capitaine STASSANO

ANALYSE

PAR

M. E. HUBOU

M. Léon Poggi vient de faire à la Société des Ingénieurs-architectes de Toscane une conférence sur un nouveau procédé électro-métallurgique pour la production du fer, de l'acier et de leurs alliages, dû au capitaine Stassano. Cette question pouvant intéresser un certain nombre de nos Collègues, nous croyons utile de résumer ci-après les points essentiels de la conférence de M. Poggi.

Le procédé du capitaine Stassano consiste à utiliser la chaleur de l'arc voltaïque pour déterminer la réduction des oxydes de fer et des autres métaux avec lesquels celui-ci forme des alliages et pour obtenir ensuite la fusion de la masse métallique.

Le four électrique employé est constitué intérieurement par une cavité formée de deux troncs de cône superposés par leur grande base, qui se termine par un troisième tronc de cône. Ce dernier forme le creuset où se recueille le métal fondu que l'on retire par un trou de coulée.

A la hauteur du creuset arrivent dans l'intérieur du four les deux électrodes cylindriques en charbon, ayant 10 *cm* de diamètre et 1 *m* de longueur. La distance des charbons entre lesquels jaillit l'arc voltaïque est réglée à la main à un écartement constant, au moyen d'un système de vis et d'engrenages d'après les indications des voltmètre et ampèremètre.

La partie supérieure du four est fermée par une trémie à dou-

ble fermeture, de manière que l'air extérieur ne soit pas en contact direct avec l'intérieur. Elle porte cependant deux ouvertures servant à la sortie des gaz résultant de la réduction des oxydes, notamment de l'oxyde de carbone : ces tubes de dégagement aboutissent à un joint hydraulique destiné à empêcher la rentrée de l'air à l'intérieur du four quand diminue la pression du gaz qui s'y développe.

Les minerais employés sont des oxydes ou des carbonates : ces derniers, dans ce cas, ont subi une calcination préalable ; ils sont broyés et pulvérisés. La gangue est séparée, autant que possible, de la poudre par un triage magnétique. On fait ensuite l'analyse de cette poudre en prélevant des échantillons en plusieurs points de la masse, de manière à connaître la proportion exacte des éléments et déterminer la quantité de C, de CaO et de SiO^2 nécessaire pour saturer l'oxygène du minerai, scorifier les impuretés qui restent et carburer le fer au titre voulu.

Ces différentes substances étant elles-mêmes réduites en poudre, on en fait un mélange intime avec le minerai et le tout est imprégné de goudron dans la proportion de 5 à 10 0/0. La pâte ainsi obtenue est comprimée à la presse hydraulique à une pression de 2 à 300 *kg* par centimètre carré. On forme des blocs secs qu'on réduit dans un broyeur spécial en petits morceaux de 3 à 4 *cm* de côté. C'est avec ces morceaux qu'on alimente le four électrique.

Quand on veut produire un alliage de fer, on ajoute au minerai en même temps qu'au charbon et au fondant la quantité de l'oxyde du métal nécessaire pour avoir un alliage au titre voulu.

L'idée de confectionner des briquettes en vue de la fusion a déjà été l'objet d'autres applications dans l'industrie.

A la température élevée de l'arc voltaïque (3 500°), le Fe^2O^3 se décompose : O s'unit à C en formant CO : il se forme également CO^2, qui est réduit par le charbon. L'oxyde de carbone s'échappe à la partie supérieure du four et le fer réduit, allié à plus ou moins de carbone en excès, fond et se recueille dans le creuset d'où il est tiré par le trou de coulée. Les impuretés fondent également en formant un laitier qui surnage le métal liquide et qu'on enlève par un trou de coulée supérieur.

Dans un autre dispositif, M. Stassano réalise au four la réduction et la fusion continues, tandis que la coulée du métal en bas et le chargement du minerai en haut s'effectuent périodiquement.

M. Poggi, après cette description du four Stassano, donne quelques considérations sur l'état actuel de l'industrie du fer en Italie. Il constate que, malgré la richesse et la qualité des minerais, son industrie sidérurgique est en plein déclin, par suite du manque absolu de combustible minéral d'une part et, d'autre part, de l'insuffisance et du prix trop élevé du combustible végétal.

Pour 207 000 *t* de minerai exportées, il s'importe en Italie environ 400 000 *t* de métal : le minerai va à l'étranger, surtout en Angleterre, et il revient à l'état de fer ou d'acier en Italie en laissant à l'étranger tout le bénéfice de cette transformation.

M. Poggi apprécie ensuite de la manière suivante l'économie du four Stassano.

Pour 1 *t* de fer ou d'acier, il faut environ de 1 600 à 1 700 *kg* de charbon selon la qualité du charbon et du minerai. A 20 *f* la tonne de coke, il faut donc dépenser en charbon par tonne de fer :

$$20 \times 1{,}650 = 33 \; f.$$

D'autre part avec le procédé Stassano pour le même produit, il faudrait, au maximum, 3 000 chevaux-heure. En admettant qu'un cheval-électrique-heure, produit par une force hydraulique moyenne, revienne au maximum par an, à 50 *f*, le cheval-heure électrique coûterait :

$$\frac{50}{365 \times 24} = 0{,}006 \; f,$$

et les 3 000 chevaux-heure coûteraient :

$$3\,000 \times 0{,}006 = 18 \; f.$$

par tonne de fer produit, soit 15 *f* de moins qu'avec le charbon.

Si, en outre, on remarque que la comparaison précédente est faite d'après le coût de l'énergie thermique obtenue, d'une part, avec le charbon dans les pays houillers mêmes, et d'autre part avec l'arc voltaïque en Italie, en appliquant en ce pays le prix de revient du charbon, cette différence ne serait plus de 15, mais de 39 *f*. Les opérations plus compliquées de mise en état du minerai créent, il est vrai, une augmentation de dépense, mais pas au point de compenser la différence de prix des deux énergies utilisées.

En outre, avec la méthode Stassano, M. Poggi estime qu'on

aurait le moyen d'utiliser comme sous-produit l'oxyde de carbone résultant de la réaction. Celui-ci, à raison de 700 *kg* par tonne de fer, représente un pouvoir calorifique de 1 700 000 calories d'une valeur moyenne de 20 *f*. Cet oxyde de carbone serait un appoint important au gaz combustible nécessaire pour le travail subséquent du fer et sa transformation en produits marchands ; au lieu de l'obtenir à grands frais par la distillation des lignites, on l'aurait gratuitement à l'état de sous-produit.

En résumé, M. Poggi estime qu'avec le procédé Stassano, la tonne de fer marchand ne reviendra pas à plus de 100 *f*, alors qu'elle en coûte actuellement 160.

On produira avec ce procédé et avec la même dépense aussi bien les alliages de fer au manganèse, au nickel, au chrome, au tungstène que le fer doux ou l'acier, que l'on obtient actuellement par des opérations successives de puddlage ou d'affinage, soit au convertisseur Bessemer, soit au four Martin-Siemens.

Les minerais de fer en Italie sont à l'état d'hématite, de magnétite ou de sidérite. On trouve l'hématite rouge ou fer oligiste Fe^2O^3 surtout dans l'île d'Elbe, la magnétite Fe^3O^4 dans le val d'Aoste, dans l'arrondissement d'Ivrea et au cap Calamita dans l'île d'Elbe. La sidérite ou sidérose, FeO, CO^2, forme d'immenses stratifications surtout dans la vallée Camonica ou au Val Trompia, dans la province de Brescia et de Bergame où se trouvent des forces hydrauliques nombreuses qui permettront d'appliquer avantageusement le nouveau procédé. La sidérite calcinée perd son acide carbonique, se transforme en FeO qui, avec l'oxygène de l'air, devient Fe^3O^4 ; cet oxyde acquiert alors des propriétés magnétiques qu'on utilise pour le séparer de sa gangue par un triage magnétique et obtenir ainsi un minerai plus pur.

Le procédé Stassano appliqué à ces minerais repose sur certaines données théoriques que M. Poggi a résumées dans la table suivante :

Table des réactions physico-chimiques du procédé Stassano.

		Hématite rouge Fe^2O^3	Magnétite ou sidérite calcinée Fe^3O^4
		—	—
Minerai nécessaire pour 1 *kg* de métal. .	*kg*	1,429	1,380
Carbone.		0,357	0,317
Quantité de chaleur nécessaire :			
à la réduction de l'oxyde	Cal.	1 707	1 600
à la fusion du métal		400	400
Chaleur développée par la combustion du carbone transformé en CO		773	686
Chaleur à fournir pour réaliser toutes les réactions		1 334	1 314
Chevaux-électriques-heure équivalents. . . .		2,10	2,07
Quantité de gaz combustible recueilli (CO).	*kg*	0,750	0,666
Quantité de chaleur utilisable avec ce CO.	Cal.	1 826	1 622

Les considérations suivantes expliquent ces données numériques.

On obtient théoriquement 1 *kg* de fer avec 1,380 de Fe^3O^4, cet oxyde étant de la magnétite ou résultant de la calcination de la sidérite. En tenant compte de la gangue (environ 27 0/0) et des pertes dues aux opérations préliminaires, triturations, mélanges, etc., on calcule que 1 *t* de métal nécessitera 2 *t* de minerai.

Pour la désoxydation de la magnétite pure ($Fe^3O^4 = 232$), il faut $4 \times 12 = 48$ de carbone et pour 1 *kg* de fer :

$$\frac{1{,}380}{232} \times 48 = 0{,}285 \text{ } kg \text{ de carbone.}$$

Avec du charbon végétal renfermant 90 0/0 de carbone, cette quantité arrive à 0,317 *kg*.

Pour l'acier, il faut compter en plus le carbone correspondant à la qualité d'acier qu'on veut obtenir. Il y a lieu, d'autre part, pour déterminer d'une façon précise la quantité de carbone nécessaire à la réaction, de déduire de la quantité précédente celle qui est introduite avec le goudron servant au mélange.

Avec la magnétite Fe^3O^4 il faut, pour obtenir 1 *kg* de métal, d'abord 1600 calories pour la réduction de cet oxyde et 400 calories pour la fusion du métal, soit, au total, 2 000 calories.

D'autre part, le nombre de calories résultant de la transformation de C en CO est de 686 calories. Il en résulte donc qu'il y a 2 000 — 686 = 1 314 calories à fournir pour réaliser toutes les réactions.

Comme le cheval-heure électrique équivaut à 635 calories, ces 1 314 calories correspondent théoriquement à 2,07 chevaux-heure électriques. Les expériences citées plus loin ont montré que le rendement du four Stassano arrivait à près de 80 0/0; comme, d'autre part, avec les fours électriques pour le carbure de calcium, il monte à 90 0/0, on peut admettre que le rendement ne sera pas inférieur à 75 0/0. Il faut, par suite, compter sur $\frac{2,07}{0,75} = 2,76$ et, en fait, pour parer à tout imprévu, sur 3 chevaux-heure électriques par kilogramme de fer produit.

Les deux dernières données de la table s'appliquent au gaz combustible, oxyde de carbone recueilli, soit 0,666 *kg* par kilogramme de métal extrait de la sidérose ou de la magnétite; la combustion de CO donne une chaleur utilisable de 1 622 calories.

Il paraît singulier de constater que la chaleur disponible de l'oxyde de carbone soit supérieure à celle (1 314 calories) qui est nécessaire pour réaliser toutes les réactions : de sorte que la réduction de l'oxyde revient ainsi non à une perte, mais à un gain d'énergie. D'après M. Poggi, ceci s'explique en remarquant que l'affinité de l'oxygène est plus grande pour le carbone que pour le fer et que le composé final, l'anhydride carbonique, est plus stable que la magnétite, de sorte que le système passe d'un état d'équilibre à un autre plus stable. M. Poggi en déduit que, bien que l'énergie soit fournie sous sa forme la plus chère, c'est-à-dire électriquement, elle se trouve récupérée sous la forme à meilleur marché, comme énergie thermique de combustion, et cela sans tenir compte, il est vrai, des causes de déperdition.

L'essai du procédé Stassano a été effectué d'abord à Rome avec un four tout à fait rudimentaire, au moyen duquel on se rendit compte de la possibilité de son application pratique.

On l'essaya ensuite avec un four de 100 *ch*. L'énergie électrique était fournie par deux dynamos de 300 *ch* et des transformateurs abaissant le potentiel à 50 ou 60 volts. L'écartement des charbons était régularisé à la main d'après les indications du voltmètre et de l'ampèremètre.

Après avoir fait passer le courant électrique pendant 20 minutes, on introduisit pendant 35 minutes le minerai préparé comme il

a été dit : le courant se maintint entre 45 et 55 volts d'une part, et d'autre part entre 1 080 et 1 600 ampères : cette différence était due au passage du minerai à travers l'arc voltaïque et aux changements de résistance qui en résultaient.

On obtint ainsi, avec un laitier fluide, une première coulée de métal d'une masse de 8 *kg*. Le four qui avait, à la hauteur du creuset, un revêtement en graphite et le creuset lui-même, ne subirent dans cette expérience aucune détérioration.

La masse obtenue provenait de la sidérose de la vallée Camonica qui est riche en manganèse; elle renfermait 2,06 0/0 de carbone et 1,02 0/0 de manganèse, et constituait un acier dur de très bonne qualité. La proportion de carbone était un peu plus grande que celle qu'on devait trouver pour l'acier, et cela par suite de l'usure des électrodes : celle-ci avait été plus grande que celle qui fut constatée dans d'autres essais et qui est de 4 *cm* à l'heure; il en est résulté, par suite, une plus grande carburation du métal.

Dans une autre expérience où se produisit, au dernier moment, la fusion d'un des porte-charbons en cuivre, on put retirer un bloc de 20 *kg* de métal correspondant à une charge de 45 *kg* de minerai à 12,6 0/0 de gangue. L'énergie électrique consommée fut trouvée égale à 2,70 chevaux-heure électriques, au lieu des 2,10 théoriques donnés dans la table : le rendement du four a donc été de $\frac{2,10}{2,70}$, soit de 80 0/0.

A la suite de ces expériences, on a reconnu la nécessité de modifier les porte-charbons, d'incliner les électrodes en raison de la difficulté de la coulée, de remplacer le graphite du revêtement et du creuset, qui s'attaquait et intervenait ainsi pour augmenter la teneur du métal en carbone, par un calcaire compact, en se réservant d'y substituer la magnésie.

Six expériences faites ensuite pendant une période de temps ne dépassant pas trois heures pour chacune d'elles, ont pleinement confirmé les premiers résultats.

A la suite de ces essais, on vient de constituer une Société pour l'exploitation du procédé Stassano: une première installation va être faite dans la vallée Camonica, en utilisant 1 500 chevaux électriques pour lesquels sont construits trois fours de 500 *ch*. On pense que ce premier établissement pourra produire 4000 *t* de fer par an.

NOUVEAU MODE DE DÉCHARGEMENT RAPIDE

DES CHALANDS

TRANPORTANT DU CHARBON ET AUTRES MATÉRIAUX

Système M. J. PAUL

PAR

M. Georges COURTOIS

Le système dont la description va suivre est une nouvelle application de la locomotion par entraînement. De plus en plus, ce mode de transport, aussi bien pour les personnes que pour les marchandises, tend à se généraliser. De nombreux exemples en existent déjà. Pour les voyageurs, nous pouvons citer les tramways funiculaires employés en Amérique, le tramway de Belleville, l'ascenseur continu du pont de Brooklyn, la plate-forme mobile de l'Exposition de Chicago, l'escalier mobile des Magasins du Louvre. Tous ces systèmes ont été rappelés par notre collègue. M. Armengaud jeune, à propos de sa récente communication sur la plate-forme électrique à deux vitesses dont un essai a été fait à Saint-Ouen et qui, destinée à l'Exposition Universelle de 1900, clôture la série des moyens de transport de cette nature essayés jusqu'à ce jour.

Pour les marchandises, les systèmes abondent, et nous pouvons citer dans cet ordre d'idées les norias, les chaînes à godets, les courroies sans fin, les câbles aériens, etc.

Le chaland de M. Paul dérive du même principe et réalise un progrès considérable sur les autres procédés de déchargement employés jusqu'ici.

Ce chaland est traversé, dans le sens de sa longueur, par deux cloisons verticales ne laissant entre elles qu'un étroit couloir. C'est au fond de ce couloir que se meut d'une façon continue une chaîne sans fin en forme de drague.

Cette chaîne, à l'arrière du bateau, reçoit son mouvement d'un pignon denté actionné par un moteur quelconque (généralement un moteur à pétrole ou un moteur électrique qui sert en même

temps à la propulsion du chaland). A l'avant, la chaîne, guidée par des galets roulant sur des rails, monte et descend le long d'un bras incliné formant élinde.

Ce bras est articulé à sa partie inférieure, de façon à pouvoir être relevé ou abaissé à volonté, et à faire ainsi varier le niveau du point haut qui est le point de déchargement.

De chaque côté du couloir au fond duquel se meut la chaîne, des cloisons transversales divisent l'espace restant en un certain nombre de compartiments dans lesquels se trouve le chargement du bateau.

Le fond de ces compartiments est constitué par une paroi, mobile autour d'un axe situé contre la cloison du couloir. L'inclinaison de ce fond peut donc varier suivant la nature des matériaux, de façon à les amener toujours à glisser jusqu'au point bas, c'est-à-dire contre le couloir central. Dans chaque compartiment sont des ouvertures fermées par des portes à coulisses analogues aux vannes des écluses et se manœuvrant par le haut à l'aide d'une commande à vis.

On comprend donc que si l'inclinaison des fonds de compartiments est bien réglée et si les portes sont ouvertes, le chargement, par le fait seul de son poids, tombera sur la chaîne d'une façon continue et, de là, sera régulièrement entraîné jusqu'au sommet de l'élinde d'où il tombera dans l'endroit destiné à le recevoir.

Telle est la description générale du chaland de M. Paul.

Donnons maintenant quelques détails sur la partie la plus intéressante de ce chaland, c'est-à-dire sur la chaîne sans fin. Cette chaîne est constituée par une série d'éléments plats articulés, disposés de façon à ne laisser entre eux qu'un très faible intervalle, insuffisant pour laisser pénétrer des morceaux de charbon qui pourraient, en grippant, empêcher la manœuvre et arrêter tout le système. Les poussières seules peuvent passer et tombent en dessous. Nous allons voir dans un instant comment on s'en débarrasse. Ces éléments portent, de cinq en cinq une plaque recourbée comme un godet de drague, qui entraîne le charbon et l'empêche de retomber dans son mouvement ascensionnel le long de l'élinde. Les figures jointes à cette description permettent de se rendre compte de ces dispositions très simples. (*Pl. 214*).

Quand les poussières dont nous venons de parler sont devenues trop abondantes, on adapte sur quelques-unes des plaques re-

courbées d'autres plaques terminées par une bande de caoutchouc. Ces plaques, faisant une saillie sur l'ensemble des premières, balaient, dans leur mouvement de retour, les poussières contenues à fond de cale et les entraînent dans un endroit d'où elles peuvent ensuite être facilement extraites.

Les autres organes n'offrent rien de particulier. Il est donc inutile d'y insister ici. Ajoutons seulement que le bateau, ainsi que sa chaîne et ses accessoires, est construit en acier.

Voici maintenant quelques chiffres comparatifs fournis par M. Paul, et qui permettront de se rendre compte du coût et du rendement d'un chaland.

Un bateau de 250 *t* revient, tout son armement compris, à 200 *f* la tonne, soit à 50 000 *f*, tandis qu'un chaland ordinaire de 80 *t* coûte 25 000 *f*. Un bateau Paul, qui peut décharger jusqu'à 200 *t* par heure, exige, pour sa manœuvre, un personnel de quatre hommes et un mécanicien et coûte, avec l'entretien de la machine, 32,50 *f* pour une journée de 24 heures (1). Pour un bateau d'une capacité double, la dépense serait sensiblement la même.

Un chaland, déchargeant 100 *t* par heure (ce qui n'a rien d'excessif puisque M. Paul accuse un chiffre maximum de 200 *t* par heure), donne un prix de revient de 0,15 *f* la tonne, tandis que le mode de déchargement à dos d'hommes, encore fréquemment employé, ne peut fournir que 5 *t* par heure et coûte de 2,30 *f* à 3,45 *f* la tonne. Il est facile de s'en convaincre en songeant qu'un chaland ordinaire de 80 *t*, avec un personnel de sept hommes, exige quatorze heures environ pour son déchargement, tandis qu'un bateau du système Paul, de 250 *t*, avec ses cinq hommes, ne demande qu'une heure et demie pour être vidé.

C'est en Angleterre, leur pays d'origine, que ces chalands ont jusqu'ici été employés. Ils ont surtout servi au déchargement du charbon, mais peuvent être également utilisés pour d'autres matériaux, tels que les cailloux, galets, etc.

Un de leurs avantages, en dehors de la rapidité et de l'économie, et qui résulte du fait qu'ils portent avec eux leur appareil de déchargement, est de pouvoir opérer ce déchargement, non seulement sur les quais comme les chalands ordinaires, mais aussi à bord de navires stationnant au large.

(1) Pour bien apprécier ces chiffres ainsi que ceux qui suivent, il faut remarquer que le système Paul est un système anglais, et que, par conséquent, les prix de main-d'œuvre et d'entretien qui ont servi à établir les estimations données ci-dessus sont les prix en Angleterre.

Ceci permet à ces navires de se ravitailler sans être obligés de faire escale dans un port. Il est évident qu'en temps de guerre, par exemple, une escadre pourrait, à l'aide d'une flottille de ces bateaux, se réapprovisionner de charbon avec une grande facilité et très rapidement.

C'est ce qu'a compris l'amirauté anglaise qui fait en ce moment construire un bateau du système Paul destiné aux chantiers royaux de Chatham.

Un autre avantage est la suppression de toute poussière au moment du chargement. Par le fait de l'inclinaison variable de l'élinde, on peut amener le point de déchargement à l'endroit précis où se trouve la soute, soit sur le pont, soit latéralement, sur le flanc du navire, comme cela arrive fréquemment. De plus, on adapte à l'extrémité du bras une manche fermée qui se termine dans la soute même du navire.

Ce système peut s'adapter à d'anciens chalands que l'on transformerait.

Enfin, il y a lieu de signaler l'application faite à un véritable navire destiné à de longs parcours, un transport, aménagé suivant le même procédé. C'est un vaisseau de 1 400 *t* possédant deux déchargeurs permettant de le vider environ en quatre heures, au prix total de 250 *f*. Le même service fait par des chalands ordinaires, et dans des conditions bien moins favorables, serait revenu à 2 040 *f*.

L'INDUSTRIE DES PÊCHES MARITIMES

ET

L'EXPOSITION INTERNATIONALE DE BERGEN (NORVÈGE)

PAR

M. J. PÉRARD

CHARGÉ DE MISSION EN NORVÈGE PAR M. LE MINISTRE DU COMMERCE

Importance de l'industrie de la pêche maritime en France et à l'étranger.

L'évolution qui a affecté la plupart des industries a eu également une influence très marquée sur la pêche maritime. Le développement des voies de communication, les perfectionnements apportés dans les transports ayant eu pour conséquence de répandre l'usage du poisson dans l'alimentation, il a fallu répondre aux demandes sans cesse grandissantes des marchés de l'intérieur; la pêche est devenue plus intensive; les engins de capture se sont perfectionnés en même temps que l'on simplifiait leur manœuvre par l'emploi de procédés mécaniques. Enfin, au lieu de bateaux à voiles s'éloignant peu des côtes, on tend à employer des vapeurs qui s'en vont en haute mer exploiter des fonds sous-marins plus riches en espèces de toute sorte.

C'est l'Angleterre qui a donné le signal de cette transformation; elle possédait déjà, en 1895, 700 vapeurs de pêche; en 1898, ce nombre dépassait 980. Le produit de la pêche peut être évalué en moyenne, pour l'ensemble du Royaume-Uni, à 190 000 000 de francs. Le nombre des pêcheurs est d'environ 120 000.

En Allemagne, ce développement de l'industrie des pêches maritimes est encore plus accusé; en 1888, il n'existait qu'un seul vapeur, et le produit de la vente à la criée du poisson pour les trois ports d'Hambourg, Altona et Geestemunde n'atteignait que 1 186 000 *f*. En 1895, le nombre des bateaux de pêche dépassait déjà 86, et la valeur des produits, pour les trois ports que nous venons d'indiquer, atteignait 6 865 000 *f*. En 1897, nous trouvons 117 vapeurs montés par 1 185 hommes d'équipage, et

le produit de la pêche pour les villes d'Altona, Hambourg, Geestemunde et Bremerhaven atteint 8 000 000 de francs. Enfin, d'après les renseignements qui me sont parvenus dernièrement, l'année 1898 aurait encore vu s'augmenter cette flottille de pêche qui possède 130 vapeurs ainsi répartis :

Altona.	7
Brême	19
Bremerhaven.	39
Geestemunde.	33
Hambourg	11
Divers ports	21
	130

En Belgique, le seul port d'Ostende compte 30 chalutiers à vapeur. En France, ce mouvement est aussi accentué ; mais, ayant commencé plus tard, il est moins important. Nous possédions, en 1896, 54 vapeurs de pêche ; aujourd'hui, ce nombre atteint environ 80 ; ce chiffre est encore faible par rapport à ceux que nous venons de citer, et cependant l'importance de l'industrie des pêches en France est plus considérable qu'en Allemagne ; alors qu'elle atteint dans ce pays environ 12 000 000 de francs, elle s'élève chez nous à environ 100 000 000 de francs.

Voici, du reste, en chiffres ronds, l'importance de la valeur des produits de pêche dans différents pays :

Russie	960	millions de francs (1).
États-Unis.	216	—
Japon.	200	—
Angleterre	190	—
Canada	120	—
France	100	—
Italie.	48	—
Norvège	33	—
Allemagne	12	—
Suède	6	—

En France, 90 000 marins pratiquent la pêche en employant à cet usage 27 000 bateaux jaugeant ensemble 174 000 *t*. La valeur de cette flotte de pêche est de 32 500 000 *f* et celle des filets et autres engins employés, de 21 millions de francs. En outre, 50 000 personnes pratiquent la pêche à pied le long de nos cotes.

(1) Dans ce chiffre est compris pour la Russie le produit de la pêche d'eau douce.

La valeur des produits de pêche est ainsi répartie :

Pour 100.				
14,5	Pêche à la morue — Islande et mer du Nord	7 472 877 f	12 991 629
	Pêche à la morue — Terre-Neuve	5 518 752	
13	Hareng salé	4 634 655	11 318 583
	— frais	6 683 928	
1,5	Maquereau salé.	1 301 512	5 709 218
	— frais.	4 407 706	
11	Sardines et alloches	9 418 704	
1	Anchois	801 084	
3	Thon.	2 905 698	
1	Saumon	1 031 384	
39	Poissons frais	35 689 784	
11	Divers autres, mollusques, crustacés, corail, oursins, etc. .	9 720 647	
		89 586 728 f	
	Pêche à pied	9 753 870	
		99 340 598 f	

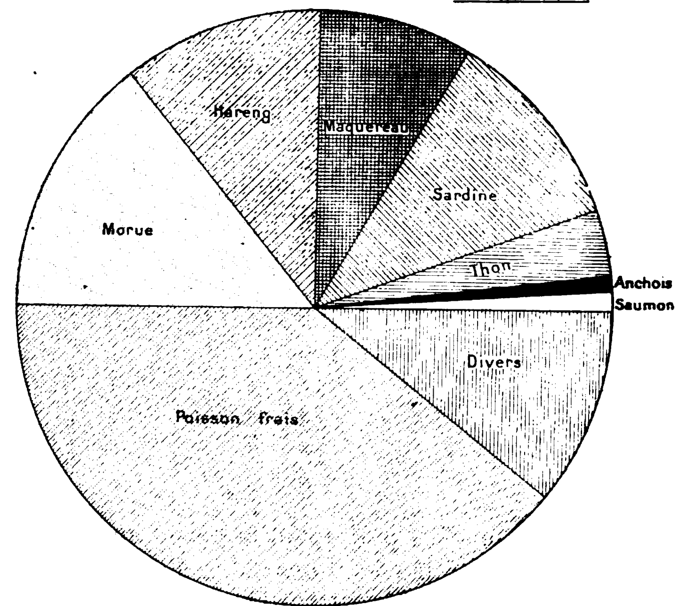


Fig. 1.

Cette figure et les suivantes sont extraites d'une communication sur la pêche maritime et l'Enseignement professionnel des marins pêcheurs, parue dans le *Bulletin de la Société de l'Encouragement pour l'Industrie Nationale.*

Pêche du poisson frais en France.

Ce tableau montre que la pêche, qui présente en France l'importance la plus grande est celle du poisson frais; or, c'est cette pêche surtout qui a été atteinte par la crise de transformation dont je vous parlais au début de cette communication.

En mettant à part les engins disposés à postes fixes le long de

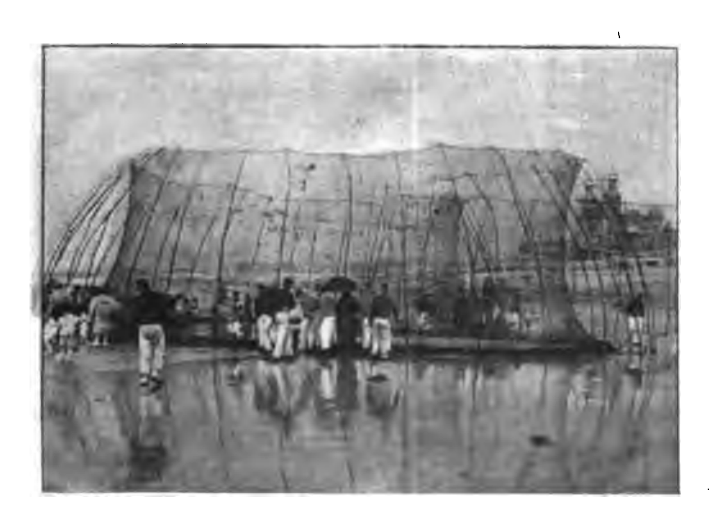


Fig. 2. — Vue d'un haut parc à Vienne.

nos côtes comme les *madragues* et les *bordigues* du littoral méditerranéen, et aussi un certain nombre de filets spéciaux à quelques localités différentes, on peut dire que la totalité du poisson frais est capturé à l'aide de lignes de fond appelées *cordes* ou de filets traînants appelés chaluts.

Pêche aux cordes.

Le premier de ces procédés est fort connu; il consiste à mettre à la mer une pièce de corde portant de distance en distance une cordelette plus petite appelée *avançon* à laquelle est fixé l'hameçon. En moyenne, une de ces pièces a 500 *m* de long et porte, suivant les cas, de 100 à 300 hameçons. Les grands bateaux cordiers peuvent porter jusqu'à 20 de ces pièces de cordes, c'est-à-dire mettre à l'eau jusqu'à 6 000 hameçons.

Les bateaux qui se livrent à cette pêche sont de dimensions

très variables, depuis de petits canots *(fig. 3)* jusqu'à des vapeurs de 30 à 40 *t*; ce sont les ports de Boulogne et de Dieppe qui sont les centres principaux de cette industrie.



FIG. 3. — Cordier à voiles de Dunkerque.

Les petits vapeurs de Dieppe *(fig. 4)* ont comme dimensions :

Longueur	14 *m*
Largeur au milieu	4,80 *m*
Profondeur.	1,80 *m*
Jauge	25 *tx*
Machine	100 *ch* compound.

PÊCHE AU CHALUT.

La pêche au chalut est plus généralement répandue que la pêche aux cordes; on la pratique en traînant au fond de l'eau *(fig. 5)*, avec une vitesse suffisante pour que le poisson n'en puisse sortir, une sorte de poche en filet que maintient béante une armature constituée par une perche en bois fixée à deux patins en fer. A la partie inférieure du filet, et formant le quatrième côté de l'armature, se trouve une chaine tendue enveloppée de filins. Le câble de traîne, appelé *fune* ou *halin*, vient se relier aux patins par deux autres câbles formant ce que l'on appelle *la patte d'oie*.

Les dimensions de cet engin sont variables : les petits chaluts ont une perche de 10 *m* de long, pour les plus grands; cette longueur peut aller jusqu'à 30 *m*.

Les perches sont généralement en acacia ; leur diamètre est de 10 à 12 *cm* à bord des voiliers, et de 25 à 30 *cm*, à bord des vapeurs ; elles sont formées de deux parties différentes ajustées en bec de flûte. Les patins en fer présentent, suivant les ports, des formes assez variables leur hauteur varie de 0,70 à 1,50 *m*.

Le filet est généralement fermé au moyen d'un grelin suiffé qui lace le fond de la poche.

Dans certains pays, notamment en Angleterre, on a cherché à supprimer la perche et les patins. On les remplace par deux planches inclinées, disposées à l'entrée du filet, sur les deux



Fig. 4. — Cordier à vapeur de Dieppe.



Fig. 5.

côtés de l'ouverture. Elles sont réunies par deux câbles à la fune, de façon à s'écarter de l'axe de traîne par suite de la résistance de l'eau, et maintiennent ainsi l'entrée du chalut toujours béante. Le principe de leur fonctionnement a la plus grande analogie avec celui du cerf-volant.

Cet engin ainsi constitué porte le nom d'*otter-trawl*. La plupart des chalutiers anglais de la Manche l'ont adopté, ainsi qu'un certain nombre de nos vapeurs de pêche ; nos pêcheurs à la voile, restent fidèles au chalut à patins.

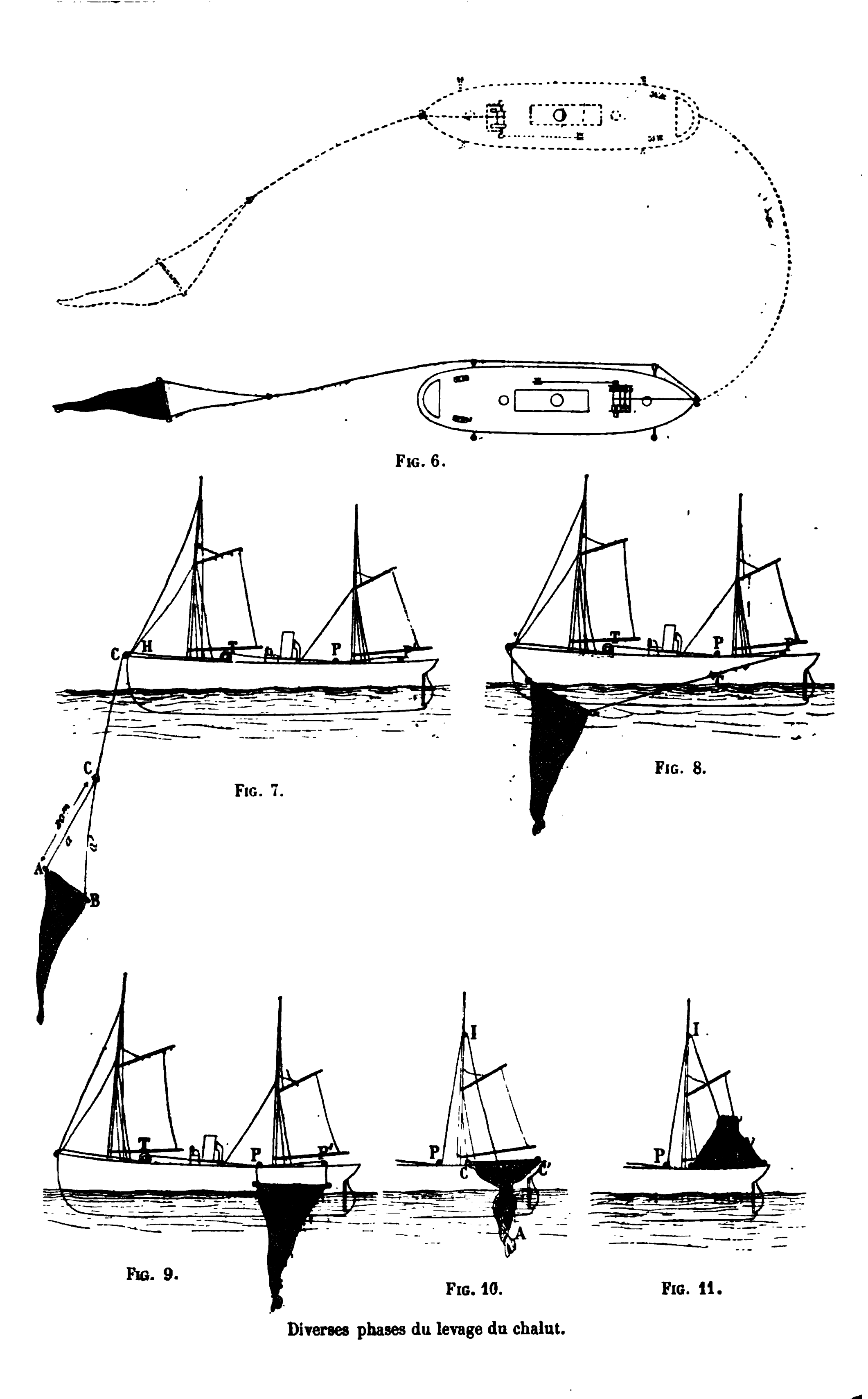
Nous n'insisterons pas sur les avantages et les inconvénients

que peuvent présenter l'une et l'autre disposition ; et nous allons montrer maintenant comme se fait la mise à l'eau du chalut à patin, dans quelles conditions s'effectue la traîne, et comment on procède ensuite au levage de cet engin. Nous décrirons cette opération telle que nous l'avons vu pratiquer par les chalutiers à vapeur de Dieppe ; nous expliquerons ensuite en quoi diffère la manœuvre faite à bord des bâtiments à voiles.

Pendant la route, le chalut est fixé sur le bordage du bâtiment, le filet étant à l'intérieur sur le pont. Lorsque le patron du navire est arrivé sur les lieux de pêche, et qu'il a reconnu au moyen de sondages répétés que la profondeur et la nature du fond sont convenables, il fait stopper le navire, qui est dirigé debout à la mer ; à son ordre on jette à l'eau la poche en filet qui s'étale, puis on dégage du bordage un des patins, de manière à amener la perche dans une position verticale. On détache ensuite le second patin et on laisse filer une petite quantité des deux branches de la patte d'oie, et on arrête la manœuvre ; la résistance de l'eau produite par la vitesse restante du bateau fait alors gonfler la poche. Ce résultat atteint, la navire est mis en marche à petite vitesse, les deux branches de la patte d'oie sont réunies, et on affale l'engin doucement. On dévide ainsi une longueur de *fune* égale à trois fois environ la profondeur mesurée. Dans certains chalutiers, le câble est solidement maintenu, à l'arrivée du navire, par un stoppeur ; dans d'autres, au contraire, un dispositif de frein spécial permet de bloquer le treuil, qui supporte alors toute la charge de traction. Un matelot se tient près du bordage, la main sur la fune. Les vibrations transmises par ce câble lui font connaître ce qui se passe au fond de la mer ; il fait augmenter, ralentir ou même arrêter la marche du bateau, suivant les indications ainsi recueillies.

La *vitesse de traîne* doit être suffisante pour que les poissons capturés ne puissent s'échapper de l'engin, mais elle ne doit pas s'effectuer trop rapidement, ce qui aurait pour effet d'abîmer les produits de la pêche et pourrait même occasionner un traînage de l'engin entre deux eaux. Cette vitesse varie généralement de 2 nœuds à 2 nœuds et demi.

La *durée de traîne* est très variable, suivant la profondeur à laquelle on pêche, suivant les dimensions de l'engin et suivant la saison. — Les vapeurs du golfe de Gascogne lèvent leur chalut toutes les six ou sept heures. Dans la Manche, au contraire, le trait de chalut est assez souvent de 3 *h*.



Diverses phases du levage du chalut.

Lorsque le patron pêcheur juge qu'il doit procéder au *levage du chalut*, il fait stopper le navire, puis on dégage la fune du stoppeur ou du galet d'arrière, le bateau décrit un demi-cercle (*fig. 6*), et vient debout à la mer, mouillé sur son chalut. On met alors le treuil en marche et on lève cet engin comme on le ferait pour une ancre (*fig. 7*). Lorsque l'on arrive à la patte d'oie, on la dissocie, ne laissant qu'un des liens attaché à la fune, on frappe un grelin sur l'autre lien B C, que l'on conduit sur l'arrière, où on le fait passer dans une poulie P, et on l'enroule ensuite sur la poupée du treuil T (*fig. 8*); on détache alors le second lien de la patte d'oie, et on procède pour celui-ci comme on la fait pour le premier. Le treuil est mis en marche, et la perche du chalut monte ainsi jusqu'à sa position de route sur le bastingage (*fig. 9*), où on la fixe solidement, après avoir fait exécuter aux patins une demi-révolution pour fermer et tendre la chaîne inférieure ; on saisit alors celle-ci avec des gaffes et on la rentre à bord ainsi que la plus grande partie du filet (*fig. 10*). Lorsque l'on arrive à la poche contenant le poisson, la manœuvre directe à bras serait trop difficile ; on noue alors un câble autour du filet, et, par l'intermédiaire d'une poulie I fixée en haut du mât d'artimon, on amène, au moyen du treuil, le fond du filet au-dessus du pont. On détache le grelin suiffé qui ferme le fond de la poche et la masse gouillante de la pèche vient s'étaler sur le navire. Le pont est rapidement débarrassé. Les poissons sont classés par catégories : les coquillages, les zoophytes et le menu fretin sont jetés à la mer, pendant qu'une autre équipe de matelots visite le chalut et répare rapidement les déchirures toujours assez nombreuses qu'il présente. Le chalutier, aussitôt la pêche terminée, a été remis en route à toute vitesse et regagne les parages où il devra rejeter son engin à la mer.

Sur les vapeurs, cette manœuvre, quoique assez pénible, ne dure guère plus de vingt minutes. A bord des voiliers, l'immersion de l'engin se fait de la même manière. Pour le levage, le navire, presque à sec de toile (les chaloupes conservent la grande voile, les dundees, le tapecul) est amené debout au vent. Le treuil est armé et cinq hommes se mettent à virer le câble pendant que le patron le guide au sortir du rouleau. Quand on arrive à la patte d'oie, on la dissocie en laissant la branche antérieure attachée à la fune, et on vire au cabestan jusqu'à ce que le patin antérieur soit arrivé près du bordage ; le chalut est alors sus-

pendu à l'avant du bateau ; on passe l'autre branche sur la poulie d'arrière et, de là, sur la poupée du treuil, et on achève de lever la partie postérieure de l'engin. La perche est amenée à bord en la saisissant aux deux extrémités par des palans fixés aux mâts. Cette manœuvre est des plus dure et exige de l'équipage des efforts longtemps soutenus. Elle dure parfois jusqu'à trois heures, par les gros temps, souvent même il faut l'interrompre et rester debout à la mer mouillé sur la drague. Dans bien des cas, le pêcheur essuie, dans cette position critique, les plus affreuses tempêtes, résistant jusqu'au dernier moment pour ne pas abandonner son train de pêche, et quand il se décide enfin à couper la fune qui l'immobilisait, il est souvent trop tard. Nombre de naufrages on été causés par la difficulté de haler le chalut dans les gros temps.

En temps ordinaire, cette manœuvre est moins longue : il faut environ une demi-heure pour mouiller l'engin, de une heure à une heure et demie pour le relever suivant les fonds sur lesquels on opère. Ceux-ci varient en effet de 30 à 70 brasses (50 à 130 *m*).

Pour faciliter l'opération du halage, on a songé à munir les voiliers de cabestan à vapeur mais cette solution ne donne pas encore toute satisfaction.

De nombreux accidents en cours de route, la rencontre de rochers, obligent souvent à haler l'engin au moment où l'on s'y attend le moins ; il faut mettre la chaudière en pression, et, malgré l'emploi d'appareils à vaporisation rapide, on perd beaucoup de temps. On a aussi essayé d'employer des treuils commandés par des moteurs à pétrole, mais les informations que nous avons recueillies sur l'emploi de ces engins sont contradictoires. Nous signalons ce fait aux constructeurs français, certain que notre industrie saura apporter à cet appareil si utile tous les perfectionnements qu'il comporte.

Pendant toute cette opération du levage, le bateau doit rester debout à la mer ; presque toujours, il est soumis à l'action des courants qui l'écartent assez loin des lieux de pêche, et il lui faut quelquefois plus d'une heure, une fois l'opération terminée, pour regagner l'endroit propice au dragage. Il y a donc, pour ces navires, beaucoup de temps perdu. — De plus, la vitesse nécessaire à la traîne exige une assez forte brise. Avec les voiliers, on ne peut donc pas draguer par tous les temps. La durée de traîne est variable suivant les profondeurs auxquelles on opère, suivant les appareils de halage que l'on a à sa disposition.

Les voiliers de Saint-Martin-de-Ré traînent de dix-huit à vingt heures ; ceux du Croisic, douze heures. D'une manière générale, les chalutiers à voile du golfe de Gascogne ne draguent pas moins de huit heures d'un seul coup. Ces longs traits de chalut ne sont pas sans abîmer le poisson. Pour le conserver, les matelots le placent, aussitôt pêché, dans des caisses en bois remplies de glace, où il demeure jusqu'à l'arrivée du chalutier au port.

Beaucoup restent ainsi huit jours à la mer ; quand ils se décident à regagner la côte, ils peuvent rencontrer des vents contraires, et quelquefois le produit de la pêche devient invendable, le pêcheur est obligé de le jeter à la mer.

Heureusement, ce dernier cas est assez rare, et la glace permet de conserver le poisson assez longtemps sans avoir cet accident à craindre. Mais il est possible d'éviter en partie un grand nombre des inconvénients que nous venons d'énumérer en appliquant une manière plus rationnelle de pêcher, nous voulons parler de *la pêche en société*, appliquée par les Anglais depuis plusieurs années.

Dans ce cas, les chalutiers se syndiquent ; ils élisent un chef de pêche qui détermine les fonds sur lesquels on doit chaluter, puis, par un système de signaux, dirige toutes les opérations de la flottille qu'il a sous ses ordres. Chaque jour, un bateau désigné emporte l'ensemble de tout le poisson pêché par l'escadrille des bateaux de pêche, et va vendre ces produits dans un port de la côte.

On comprend aisément tout le parti que l'on peut tirer de cette manière de procéder. En Angleterre, à Yarmouth, Hull et Grimsby, cette pêche est pratiquée par l'ensemble des chalutiers; plusieurs *transports à vapeur* relient la flottille de pêche avec la côte et apportent aux pêcheurs les vivres, les filets, la glace dont ils ont besoin, les bateaux à voile restent ainsi en mer de deux à trois mois.

En France, cette pêche n'est guère appliquée qu'à Groix et aux Sables-d'Olonne pour *la pêche du thon*. Pour des raisons diverses, nos pêcheurs se montrent réfractaires à toutes les tentatives faites dans le but de provoquer la formation de ces syndicats.

Aussi, pour éviter les manœuvres difficiles des chalutiers à voile, pour avoir la possibilité de draguer par tous les temps et d'apporter les produits de la pêche à des heures déterminées par les marchés, a-t-on construit depuis quelque temps un assez grand nombre de chalutiers à vapeur. Avec ceux-ci, on n'a plus

à s'inquiéter du vent ; la manœuvre de l'engin se pratique très aisément à tous les moments où il est convenable de le faire ; si le navire s'écarte quelque peu des fonds poissonneux où il doit draguer, sa machine lui permet de les regagner en peu de temps. La pêche terminée, il rentre au port à toute vitesse et peut vendre ses produits dans de meilleures conditions que les voiliers dont le poisson est en moins bon état.

Les bateaux chalutiers sont de formes et de dimensions très



Fig. 12. — Chaloupe de Boulogne

diverses, depuis les embarcations qui pêchent la crevette jusqu'aux grands vapeurs qui vont draguer en haute mer, et dont certains jaugent jusqu'à 180 *t*.

D'une manière générale, les bateaux à voiles qui pratiquent le chalutage sont de trois types distincts : *la chaloupe*, *le cotre*, *le dundee*.

La chaloupe (*fig. 12*) est surtout employée par les pêcheurs d'Étaples, de Saint-Valéry-sur-Somme, de Cayeux et aussi par les marins bretons.

Le dundee (*fig. 13*) semble préféré pour sa warangue creuse et ses qualités de vitesse par les pêcheurs de Boulogne, où il est presque universellement employé.



Fig. 13. — Dundee.

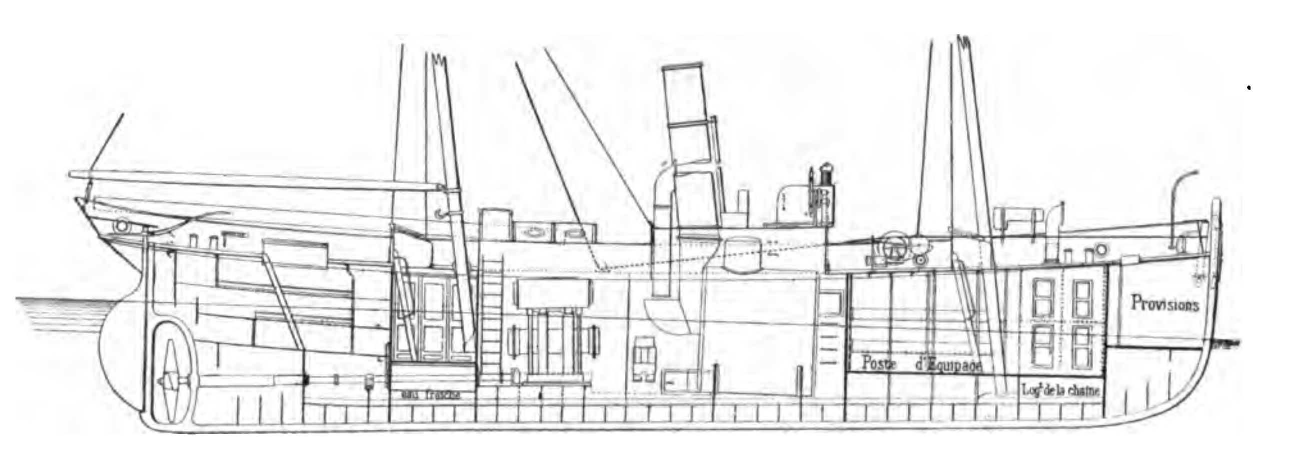


FIG. 14.

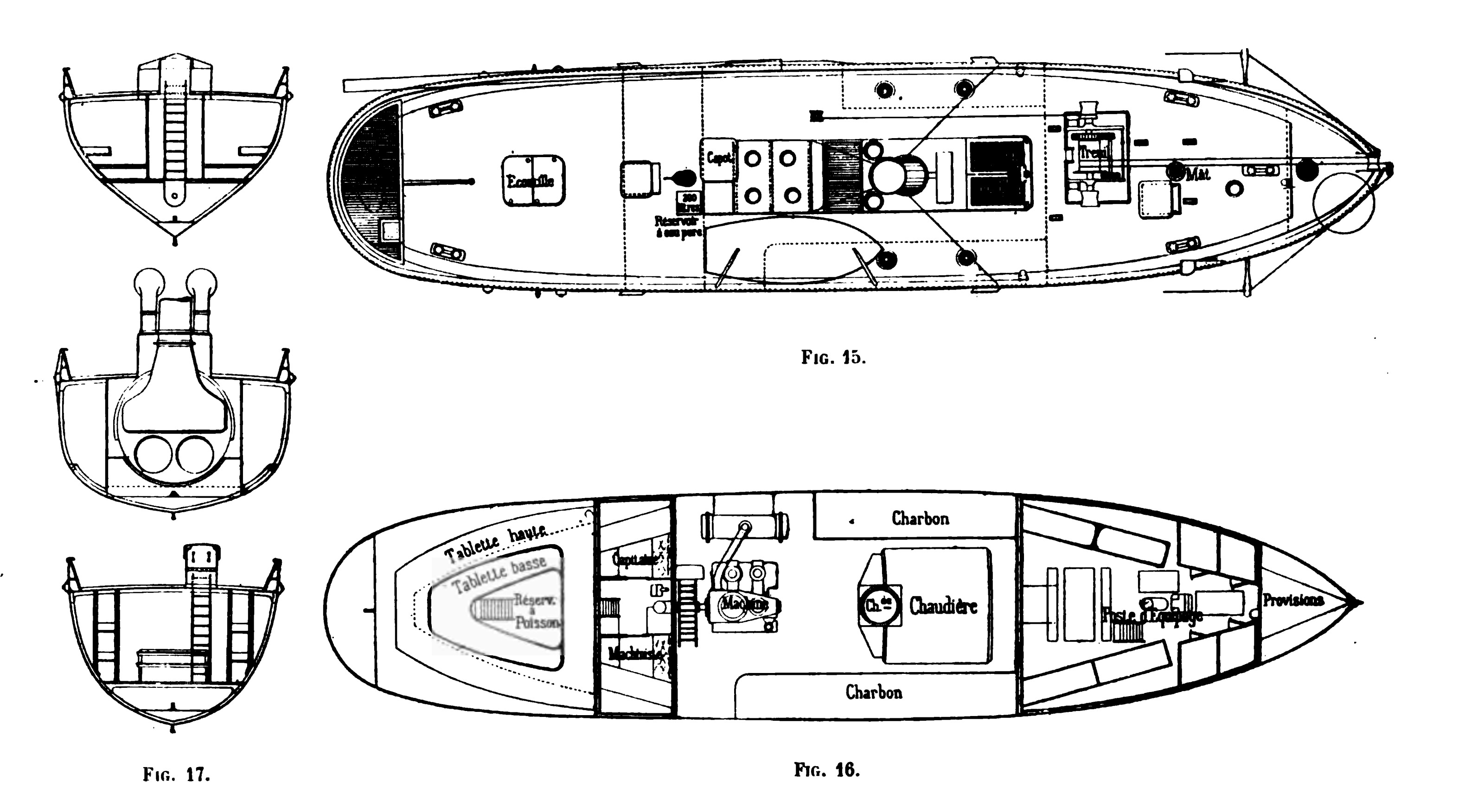


Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

A la Rochelle, et à Groix, c'est encore la forme dundee qui domine. Le cotre est le type des chalutiers du Tréport, de Dieppe et de Trouville.

L'aménagement intérieur de ces bateaux présente peu de différence. Dans ces trois types, une chambre à l'arrière sert pour le poste d'équipage ; le reste de la cale est occupé par les chambres à glace, les réserves de filets et les pièces de rechange, Le tonnage de ces bâtiments est très variable; les plus petits jaugent de 18 à 20 *t*, leur chalut n'a guère plus de 10 *m* de long; les plus grands jaugent 25, 40 et même 50 *t*. L'*Iéna*, dundee des Sables-d'Olonne, présente les dimensions suivantes : longueur de quille, 12,75 *m*; longueur au maître, 5,50 *m*; profondeur, 3,65 *m* ; tonnage 34 *t*.

L'équipe est généralement de six hommes et un mousse. L'armement de ces chalutiers varie de 10 000 à 20 000 *f*.

Les chalutiers à vapeur sont de dimensions diverses. A Boulogne, les plus grands ont 37 *m* de long, jaugent 180 *t* ; leur machine à triple expansion est de la force de 450 *ch* indiqués ; leur vitesse aux essais a été de 12 nœuds et ils réalisent 9 nœuds en cours de route. Leur équipage se compose de 15 hommes employés au chalut, 1 patron, 1 mécanicien et 3 chauffeurs. Les frais d'armement annuels s'élèvent à :

Charbon.	20 000 *f*
Salaire et nourriture de l'équipage.	40 000
Usure du matériel de pêche. . . .	12 000
Réparation et entretien.	20 000
Assurances, 4 0/0 sur 200 000 *f*. .	8 000
Divers : glace, etc.	10 000

Leur rapport moyen annuel varie de 130 000 à 150 000 *f*.

D'autres ont 28 *m* de long, jaugent 125 *tx* et possèdent une machine compound de 360 *ch* indiqués.

Les plus petits pratiquent généralement la pêche au chalut ou la pêche aux cordes, suivant que l'un ou l'autre de ces deux procédés donne plus ou moins de bénéfices. Leur longueur est de 19 *m* environ ; ils jaugent 40 *tx*. Leur machine compound est de la force de 120 *ch* indiqués. La vitesse qu'ils peuvent réaliser ne s'élève guère à plus de 7 nœuds. Leur rapport moyen est d'environ 60 000 *f*.

A Dieppe, il existe 8 chalutiers à vapeur, qui ont rapporté de 85 000 à 90 000 *f* en 1896.

L'un d'eux, le *Saint-Jacques* jauge 90 *tx;* sa longueur est de 24 *m*, sa largeur 5,70 *m*, sa profondeur 3,40 *m*.

Son équipage n'est que de 7 hommes : 1 patron, 1 mécanicien, 2 chauffeurs et 1 mousse. Son prix est d'environ 100 000 *f*, les frais d'armement de 65 000 *f*.

Les figures 14 à 17 indiquent la disposition intérieure de ce bâtiment. Sur le pont, nous voyons à l'avant le treuil à vapeur, dont nous avons indiqué la manœuvre.

Dans la cale, à l'arrière, est la chambre à poisson, qui était munie autrefois d'une surface réfrigérante. On l'a supprimée en



Fig. 18. — Chalut à vapeur *La Ville-de-Boulogne*.

raison du séjour assez court que ce navire fait à la mer. Il faut d'ailleurs remarquer que le fonctionnement de ces appareils producteurs de froid semble trop délicat pour les mécaniciens et patrons des barques de pêche. Ils préfèrent, malgré les inconvénients de toute nature que présente cette manière de procéder (décomposition des tissus, etc.), employer la glace en contact avec le poisson.

Après cette soute se trouvent les chambres du mécanicien et du patron, et, entre elles deux, un petit carré qui leur sert de salle à manger. Un hublot disposé dans la première chambre permet au mécanicien de surveiller ce qui se passe dans la ma-

chinerie située à côté. Sur l'avant se trouvent le poste de l'équipage et un local servant de magasin aux agrès et aux pièces de rechange.

Crise actuelle de l'industrie française des pêches maritimes. — Remèdes à y apporter.

Cette apparition des grands chalutiers à vapeur, dans nos ports de pêche, a apporté d'assez profondes modifications dans l'économie de cette industrie. Les pêcheurs n'ont pas vu sans défiance ces redoutables concurrents s'établir à leurs côtés.

Dans certaines villes, à La Rochelle, notamment, des rixes sanglantes ont éclaté. Enfin, par l'organe de leurs représentants aux parlements, certains vont même jusqu'à demander à l'État l'interdiction totale des vapeurs chalutiers, ou tout au moins une réglementation de leurs engins à peu près prohibitive. On comprend cette animosité des marins si on remarque qu'un chalutier à vapeur produit autant que 5 voiliers, et que le poisson qu'il apporte au marché est généralement en meilleur état que celui débarqué par les navires à voiles; dans ces conditions, les pêcheurs ne retirent plus de leur pêche un produit assez rémunérateur. Mais les mesures qu'ils demandent sont par trop radicales. Remarquons aussi que toute cette pêche s'effectue en dehors de la zone territoriale de 3 milles, c'est-à-dire dans une partie où la mer est internationale, et que toute réglementation est délicate, sinon impossible. Il faut chercher, dans un autre ordre d'idées, les remèdes à apporter à cet état de choses. Il faut d'abord perfectionner l'outillage actuel de nos chalutiers à voiles, les munir de haleurs à vapeur, ou peut-être même de propulseurs auxiliaires. Je vous ai exposé les conditions que ces appareils devaient satisfaire en vous montrant que les types employés jusqu'à ce jour n'avaient pas donné de bons résultats; je crois néanmoins que l'on trouvera dans cette voie une amélioration à la crise qui menace cette industrie. Il faut aussi fournir à ces marins, qui s'éloignent au loin, en mer, une instruction nautique suffisante pour qu'ils puissent tracer leur route à coup sûr, par tous les temps, et rentrer au port par le chemin le plus court. Enfin, il faut augmenter les débouchés des produits de la pêche en favorisant leur transport rapide et à bon marché vers l'intérieur du pays, en perfectionnant et en développant l'emploi des procédés de conservation de toute sorte, qui permettent de

tirer un meilleur parti des produits de la mer. Enfin, dans certains cas, bien des sous-produits, bien des déchets n'ayant nulle valeur pourraient être transformés en huiles et en engrais, comme cela a lieu à l'étranger.

La réalisation des différentes parties de ce vaste programme ne dépend pas de l'État; il faut, pour l'accomplir, le bon vouloir des principaux intéressés. C'est donc l'initiative privée qui devait prendre en main le soin de le mettre à exécution. C'est dans ce but que s'est créée en France, il y a quelques années, la *Société d'Enseignement professionnel et technique des pêches maritimes*, dont le président est notre Collègue, M. Cacheux, et qui compte parmi ses membres une cinquantaine environ de nos Collègues.

Cette Société parvint, en peu de temps, à rendre de très grands services à notre industrie des pêches. Elle a créé, pour faire l'éducation et l'instruction professionnelle de nos pêcheurs, successivement 11 écoles de pêche ; elle a aussi organisé deux congrès internationaux qui ont eu le plus grand succès, ainsi que des études et des conférences; enfin, c'est grâce à son concours que la France a pu prendre part à l'Exposition internationale des pêches qui s'est ouverte à Bergen, l'an dernier.

Exposition Internationale des pêches de Bergen. Intérêt qu'elle présentait pour les Français.

Je passe sous silence toute la première partie de ses travaux, écoles de pêche et congrès; d'autres vous en ont parlé ou vous en parleront un de ces jours; un des délégués, que vous avez envoyé au Congrès de Dieppe, vous en fera probablement le compte rendu dans une prochaine séance. Je me bornerai aujourd'hui à vous parler de l'Exposition de Bergen, et d'abord de l'intérêt qu'elle présentait pour nos nationaux.

Cet intérêt est double : en premier lieu, toute Exposition étant un enseignement par les yeux, il importait que nos pêcheurs, nos armateurs, nos industriels, fussent engagés à se rendre à Bergen et à aller y étudier, dans les galeries des différentes sections, les procédés en usage dans les pays étrangers pour la capture, la préparation, la conservation ou le transport des produits de la pêche.

En second lieu, il importait aussi au plus haut degré que dans cette exposition toute spéciale, la France fît connaître ses produits. Le pêcheur de ces régions du Nord, qui le plus souvent est

l'armateur de son navire, n'a jamais l'occasion de quitter son pays et d'aller à l'étranger se rendre compte de la nature des produits qui y sont fabriqués, il se borne à acheter ceux qu'on veut lui offrir dans son propre pays ; or, malgré une supériorité incontestable, dans certains cas, nos produits étaient supplantés en Norvège par ceux étrangers. L'Exposition de Bergen, la seconde depuis trente ans qui se tenait en Norvège, pouvait contribuer à changer cet état de choses. Un examen du tableau de l'importation des différents produits se rapportant à l'industrie des pêches, nous montre tout de suite quels étaient les industriels que l'Exposition intéressait plus particulièrement. Les fabricants de filets, de toile à voile, d'instruments nautiques, en première ligne, et aussi les fabricants d'huile d'olive, les exportateurs de sel et de liège.

Il était, enfin, d'un grand intérêt de montrer aux pays étrangers que l'on s'intéresse en France aux recherches scientifiques, et que l'État encourage les associations créées dans le but d'améliorer le sort des pêcheurs.

Grâce aux patronage des Ministres du Commerce et des Colonies, on répondit avec empressement aux appels des organisateurs de la section française, et la France, comme nous le verrons tout à l'heure, occupa à Bergen le rang qu'elle devait avoir.

Les autres pays, qui avaient répondu à l'appel du Comité norvégien étaient la Suède, le Danemark, les États-Unis, la Russie, le Japon, la Finlande et la Tunisie ; quelques exposants anglais et allemands, en assez petit nombre malheureusement, avaient de même pris part à ce concours international.

La ville de Bergen était, d'ailleurs, merveilleusement choisie pour être le siège d'une exposition de ce genre ; c'est la seconde ville de la Norvège, et sa population de 70 000 habitants est, en grande partie, composée de négociants ayant des intérêts directs dans le commerce des produits de la mer. Elle est située entre le Hardangerfjord et le Sognefjord où se trouvent les sites les plus beaux de la Norvège, et doit à cette position d'être visitée chaque année par de nombreux touristes. C'est, de plus, le point de départ des lignes régulières de steamers qui relient la Norvège avec l'Allemagne et l'Angleterre, et aussi le vaste entrepôt où viennent s'entasser les produits de pêche avant d'être exportés vers les pays les plus lointains, jusqu'aux Indes et au Japon.

Une partie de l'exposition s'étendait à flanc de coteaux dans le Nigaardspark, qui occupe une superficie de 150 000 m^2, tandis

Nature des produits importés en Norvège et se rapportant directement ou indirectement à l'industrie des pêches (Année 1896).

PAYS qui importent des produits en Norvège	POISSON salé ou séché	POISSON mariné, sardines, anchois	POISSON mariné, autres espèces	SEL brut ou raffiné	HUILE D'OLIVE	HUILE de LIN et de colza	FILETS en COTON	FILETS en chanvre, en lin, etc.	HAMEÇONS	LIÈGE BRUT	LIÈGE OUVRÉ	INSTRUMENTS NAUTIQUES	INSTRUMENTS D'OPTIQUE	TOILES à voiles	TOILES huilées ou caoutchoutées	VÊTEMENTS huilés ou caoutchoutés
	kg	kg	kg	hl	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Suède	281 180	50 430	2 179	3 731	3 570	48 950	208	3	44	4 900	7 300	—	277	75	—	237
Danemark	6 175 490	1 841	191	1 193	29 180	157 190	—	—	16	4 780	1 325	300	356	—	1	820
Allemagne	34 190	1 129	684	62 161	66 520	1 286 550	10 279	417	234	227 830	13 624	2 700	2 129	—	7	1 812
Hollande	12 830	304	1	3	40 680	904 430	—	—	—	2 410	1 125	—	6	—	6	9
Belgique	—	42	3	—	11 630	407 640	—	—	—	6 540	6 542	—	109	—	—	106
Angleterre	119 800	344	571	123 465	67 270	2 871 820	13 634	4 253	18 214	59 270	31 936	100	179	120	11	8 864
FRANCE	**—**	**11 162**	**—**	**3 144**	**42 070**	**417 720**	**—**	**—**	**—**	**4 680**	**4 229**	**100**	**1 046**	**—**	1	**25**
Portugal	—	2	—	96 980	—	—	—	—	—	232 560	2 520	—	—	—	—	—
Espagne	—	—	—	190 017	1 770	120	—	—	—	30 350	400	—	—	—	—	—
Italie	—	3	—	758 000	14 100	—	—	—	—	19 730	700	—	—	—	—	—
Autriche	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24	—	—	12
Russie	131 710	—	80	640	20	80	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—
États-Unis	6 000	166	—	—	60	118 740	—	—	4	—	—	—	—	—	—	1
TOTAUX	6 761 200	65 423	3 709	1 239 334	276 870	6 213 710	24 121	2 873	18 567	623 510	60 511	3 200	4 126	195	26	11 886
Part de la France dans ces importations	**0** 0/0	**17** 0/0	**0** 0/0	**0,2** 0/0	**15** 0/0	**6** 0/0	**0** 0/0	**0** 0/0	**0** 0/0	**0,7** 0/0	**6** 0/0	**3** 0/0	**25** 0/0	**0** 0/0	**0** 0/0	**0,2** 0/0

que le bâtiment principal, vaste construction en bois formée de trois ailes différentes réunies au centre par un dôme flanqué de tours, était bâti sur terre-plein conquis aux dépens du fjord.

C'est dans une des ailes de ce bâtiment que se trouvaient les expositions de pêche des pays étrangers.

Ces sections étrangères présentaient au point de vue technique un intérêt très grand. De plus, chacune d'elles ayant tenu à garder son caractère bien particulier, cette partie de l'exposition avec ses drapeaux et ses légères draperies de filet attirait de nombreux visiteurs. Ce serait peut-être sortir du cadre de cette rapide communication que d'étudier en détail chacune de ces sections aussi je me bornerai à indiquer en quelques mots ce qui caractérisait chacune d'elles.

Aperçu sur la Section française.

La section française occupait une superficie de 600 m^2 et se trouvait à l'entrée même du bâtiment principal; j'ai déjà indiqué quelles étaient les industries qui avaient intérêt à montrer leurs produits à Bergen; elles étaient représentées en assez grand nombre. Nos conserves de poissons ont été trouvées les meilleures et nos filets de pêche, fabriqués à la mécanique sur les métiers Bonnamy ont été jugés supérieurs à ceux fabriqués à la main. Ces métiers Bonnamy permettent de réaliser un nœud de maillage tout à fait semblable à celui que les pêcheurs font eux-mêmes dans leur travail à la navette et qui est connu sous le nom de nœud sous le petit doigt.

Ce nœud assure aux mailles une fixité absolue; le procédé mécanique étant tout à fait régulier, ces mailles sont toutes de la même dimension; ces filets, très admirés des pêcheurs norvégiens et des nombreux spécialistes, ont été l'objet de nombreuses commandes, et il faut espérer que notre industrie va faire de ce côté une sérieuse concurrence à l'industrie anglaise.

Plusieurs de nos Collègues avaient fait des expositions très intéressantes, ainsi MM. Barbier et Bénard, qui avaient envoyé un phare de première grandeur qui fut très admiré. Le meilleur éloge à faire de cet appareil est de mentionner d'abord le diplôme d'honneur qu'il a obtenu et aussi d'ajouter que ce phare a été acquis par le gouvernement norvégien. Cet appareil est éclairé à l'huile minérale et est construit de façon à pouvoir être abandonné — sans gardien — pendant un certain nombre de jours, condition indispensable pour les arides rochers de la côte nor-



Vue de l'Exposition de Bergen.

végienne où il n'est pas toujours facile d'aborder. M. Douane avait exposé une machine à glace automotrice pour bateau de pêche: je vous ai déjà montré, dans la première partie de cette communication, quels sont les avantages des chambres froides à bord des bateaux de pêche, et j'ajoutais que les tentatives faites en faveur de leur adoption n'avaient pas été couronnées de succès; avec le moteur Douane, les inconvénients que je signalais ne sont pas à redouter, car il est simple et robuste et d'un rendement élevé.

Ce sont encore les cordages et la toile à voile de fabrication française qui ont obtenu les plus hautes récompenses. Enfin, nos huiles d'olive, de France et de Tunisie, ont reçu les seules médailles d'or données par le jury à ces produits. Le sel des salines de la Soukra, dont notre Collègue, M. Bonnet, est concessionnaire, a été jugé de toute première qualité, et nous espérons bien qu'il arrivera, avec les sels des salines du Midi de la France, à concurrencer sérieusement les sels de Trapani (Italie) et d'Ibiza (Espagne) qui sont, à l'heure actuelle, presque exclusivement employés par les Norvégiens.

Enfin, répondant à l'attente du Comité, les expositions scientifiques furent fort belles. Les écoles de pêche dont je vous ai parlé, les laboratoires maritimes de l'État, diverses Sociétés savantes avaient envoyé des comptes rendus de leur travaux et des collections remarquables, enfin un très grand nombre de hautes personnalités scientifiques avaient aussi exposé leurs ouvrages. Sans m'étendre davantage, j'ajouterai que le jury international a accordé à notre pays le plus grand nombre et les plus hautes récompenses qui furent décernées aux étrangers.

	NORVÈGE	SUÈDE	DANEMARK	FRANCE	TUNISIE	RUSSIE	FINLANDE	ÉTATS-UNIS	JAPON	DIVERS PAYS
Diplômes d'honneur	7	2	1	10	2	10	1	5	1	4
Diplômes hors classe (Takke diplôme)	4	7	2	41	2	11	2	16	»	2
Médailles d'or	31	14	16	26	2	9	2	15	10	6
— d'argent	56	23	17	23	»	14	»	11	10	2
— de bronze.	27	16	16	4	»	5	1	7	»	1
Mentions honorables	20	42	13	5	»	»	1	1	»	»
	145	104	65	112	6	49	6	55	21	15

Le règlement de l'exposition ne prévoyait pas de grand prix parmi les récompenses à décerner; c'est le diplôme d'honneur qui en a tenu lieu et n'a été décerné qu'aux maisons connues du monde entier pour la perfection de leur fabrication ou la qualité de leurs produits.

Sections étrangères.

A côté de la section française figurait la section suédoise qui comprenait non seulement des expositions particulières, mais aussi une fort belle collection de modèles de barques et d'engins de toutes sortes envoyés par l'État. Le Danemark avait une partie de son exposition consacrée au Groënland et aux îles Feroë, qui nous renseignait d'une manière fort complète sur ces régions notamment peu connues. Les produits de pêche exposés par ce pays étaient vraiment remarquables, et l'anguille fumée mérite nettement une mention spéciale.

La section américaine était un musée fort instructif, nous montrant d'une manière très intéressante l'importance que présente l'industrie des pêches aux États-Unis; elle ne comprenait, en dehors de l'exposition officielle faite par l'United State fish Commission, qu'un nombre assez restreint d'expositions industrielles d'ailleurs fort belles. La section japonaise, très originale, mais aussi fort exiguë, permettait cependant de se rendre compte du développement extraordinaire de ce peuple dont les produits, fabriqués avec une grande perfection à des prix fort modiques, viennent déjà faire concurrence aux produits européens sur leurs propres marchés. A signaler tout particulièrement l'huile et la colle de poisson, les conserves et la gelée d'algue. La section russe, située à côté, se faisait remarquer par plusieurs expositions très intéressantes: celle des Cosaques de l'Oural, qui nous montrait en détail les procédés employés pour la capture de l'esturgeon sous la glace et la préparation du caviar; celle des frères Saponiskoff, d'Astrakan, nous faisait assister à diverses pêches sur le Volga et la mer Caspienne. Son exposition scientifique était fort belle, ses produits de pêche et, en particulier, ses conserves de poissons, ont remporté de hautes récompenses. Enfin, nous arrivons à la section la plus importance, celle de la Norvège elle-même.

Cette section se trouvait placée dans un bâtiment spécial, les Norvégiens, devant l'affluence des exposants étrangers, ayant dû

abandonner la place qu'ils s'étaient réservée dans le bâtiment principal. Cette section était fort bien présentée et comptait un nombre très grand d'appareils intéressants et de produits remarquables. Faire l'étude de cette section revient en quelque sorte à faire l'étude de la pêche en Norvège, car toutes les différentes pêches usitées dans le pays s'y trouvaient representées, et à côté les produits de cette industrie et leurs dérivés.

Tout en étant restée en dehors de la transformation dont nous avons parlé, et quoique employant encore les procédés les plus primitifs, la pêche est l'industrie dominante d'une grande partie de la Norvège; nous avons déjà indiqué l'importance qu'elle présente, nous ajouterons que le nombre de personnes employées à la pêche est d'environ 200 000 (140 000 pêcheurs, 60 000 commerçants, industriels et leurs ouvriers), c'est-à-dire le dixième de la population totale du pays; et que le commerce d'exportation auquel donnent lieu ses produits a atteint, en 1897, 51 747 000 soit plus du tiers de l'exportation totale.

Coup d'œil d'ensemble sur la Norvège.

Cette importance est due en partie à l'abondance véritablement extraordinairede po issons qui viennent en bancs épais longer les côtes de la Norvège, et aussi à l'aspect tout particulier du pays.

La péninsule scandinave est en effet en grande partie formée par un vaste plateau de roches primitives dont un des rebords s'élève à pic au-dessus de la mer du Nord, tandis que, au contraire, il abaisse en pente douce par une série de gradins successifs vers le golfe de Bothnie et la mer Baltique.

La frontière entre la Norvège et la Suède suit depuis Tromsö jusqu'à Trondhjem, à peu de chose près, la ligne de partage des eaux, ne laissant ainsi à la Norvège qu'une étroite zone littorale très accidentée, dont la plus grande partie est impropre à la culture, mais dont les côtes extrêmement découpées, avec le nombre considérable d'iles qui les prolongent, sont des plus favorables à l'industrie de la pêche.

De Trondjem à Christiania, la frontière s'écarte de la ligne des sommets et abandonne à la Norvège, sur le versant Est, un certain nombre de riches vallées dont les plus importantes sont celles du Gubransdal, du Valders et du Thelemarken. Mais la côte Ouest conserve encore son caractère montagneux, nous présentant à côté des plus hauts sommets du pays et des plus grands

glaciers de l'Europe (Jostedalbrœ, Folgefond), de profondes dépressions remplies par la mer et pénétrant comme le *Hardanger fjord* ou le *Soguefjord* jusqu'à 180 *km* à l'intérieur des terres. Sur toute cette partie de la côte jusqu'à Stavanger, nous retrouvons aussi un archipel côtier (Skjærgaard), très étendu, dont les îles innombrables opposent aux tempêtes une barrière très efficace et permettent aux navires de naviguer sans danger dans les petits chenaux qu'elles ménagent entre elles.

Aussi, en Norvège, le tonnage des barques de pêche est-il peu élevé.

Étude de l'Industrie de la pêche en Norvège.

1° Pêche a la morue aux iles Lofoten.

La pêche la plus importante est celle qui se pratique aux îles Lofoten et a pour objet la capture de la morue. Cette pêche occupe environ 40 000 pêcheurs et 9 000 bateaux.

a) *Les Lofoten.* — L'archipel des Lofoten comprend sept îles de dimensions très variables, dont la direction générale dessine avec la côte une des branches de la lettre V. Entre les îles et la côte, entre les deux bras du V est ouvert un canal, le Vestford; c'est à l'ouverture de ce canal, entre les îles de Verö et Röst, que commence la pêche au mois de janvier, pour se continuer ensuite dans l'*opsyndistrict* ou district de surveillance, jusqu'au Ratfsund où elle dure jusqu'en mars.

L'armement pour cette pêche de la morue aux Lofoten occasionne dès le mois d'octobre, dans toute la province du Nordland, une activité considérable. Les hommes revoient les filets, ajustent les agrès et réparent leurs bateaux, pendant que les femmes s'occupent de préparer les provisions et les effets de rechange dont les pêcheurs doivent être abondamment pourvus pendant les trois longs mois où ils auront à exercer leur dur labeur.

Puis dans les premiers jours de janvier, au premier vent favorable, de tous les points de la côte du Nordland, partent des milliers de petites barques vers le rendez-vous commun, les Lofoten. C'est donc en plein cœur de l'hiver, au moment où les jours sont le plus courts, le soleil se montrant à peine pendant quelques heures, au moment où les tempêtes sont le plus à craindre, que s'effectue cette traversée, qui, pour quelques-uns, peut dépasser 500 *km*.

b) *Barques de pêche.* — Les barques qui s'en vont ainsi sont pourtant de dimensions les plus modestes, entièrement ouvertes et n'offrant aucun abri pour les pêcheurs qui les montent. Elles jaugent de 2 à 7 *tx* au plus et sont montées par 3 à 6 hommes. Mais ces embarcations aux formes fines et élancées, qui rappellent après plusieurs siècles les navires des anciens Vikings, possèdent des qualités nautiques de premier ordre, elles fendent les lames et s'enlèvent sur les vagues qui se brisent à peine sur leur étrave fine et élancée; leur grande voile carrée, de dimension considérable par rapport à leur tonnage, leur permet d'atteindre, par un bon vent arrière, une vitesse que leur envieraient nos plus fins voiliers.

Mais elles sont assez délicates à manœuvrer et exigent pour être conduites des marins expérimentés, car elles manquent de stabilité et chavirent avec la plus grande facilité. Quand cet accident arrive elles continuent à flotter après leur renversement, la quille en l'air. Les pêcheurs peuvent s'accrocher après leur embarcation et attendre de la sorte les secours que leur porteront les barques voisines. Généralement, toutes ces petites embarcations naviguant de conserve, ceux-ci ne se font pas attendre; mais lorsque l'ouragan s'est élevé inopinément, dispersant la petite flottille, ils peuvent rester ainsi de longues heures, quelquefois des jours entiers, transis de froid, mourant de faim; et cette planche de salut ne fait que prolonger inutilement leur longue agonie. Deux hivers, restés dans le souvenir de tous les Norvégiens, furent particulièrement terribles, celui de 1821, où une seule paroisse, celle de Haram, perdit 300 marins, et celui de 1875, où une flottille de 500 barques, prise dans une tourmente de neige, disparut complètement.

En temps ordinaire, heureusement, on n'a pas à déplorer de pareils accidents, et malgré tous les dangers auxquels elles sont exposées, ces petites barques arrivent généralement à bon port. (La mortalité totale n'est que de 0,1 0/00.)

c) *Stations de pêche.* — Les pêcheurs se réunissent dans un certain nombre de stations situées à proximité des bancs (Fiskewœr) et qui sont au nombre d'une douzaine pour l'archipel tout entier. Ces stations qui sont en temps ordinaire de simples bourgades, présentent pendant la saison de pêche la plus grande animation, et le nombre d'habitants qui s'y trouvent rassemblés est tellement considérable qu'il leur est impossible de trouver

un abri dans les habitations, où pourtant ils s'entassent littéralement, aussi un certain nombre de pêcheurs construisent eux-mêmes des huttes en planches pour la saison, ou bien vont se loger à bord des bateaux-auberges (Logifartoier) où ils trouvent en même temps qu'un abri pour la nuit un local pour serrer leurs vêtements et leurs agrès de rechange.

L'État organise la surveillance de la pêche dans toute la partie appelée l'opsyndistrict.

Mais les contestations qui s'élèvent sont très rares, les pêcheurs norvégiens étant tous d'une honnêteté proverbiale.

d) ***Engins***. — Les engins en usage pour la pêche à la morue sont de diverses sortes, d'abord la simple *ligne à main*, une corde lestée d'un poids et terminée par un hameçon surmonté lui-même en guise d'appât d'un petit miroir imitant grossièrement un poisson. Cette ligne est descendue à la profondeur où se trouve lé banc ; le pêcheur lui imprime un mouvement de va-et-vient qui fait scintiller l'appât, sur lequel la morue se précipite avec voracité. Quoique primitif cet engin donne encore d'assez bons résultats, il peut rapporter en moyenne 200 morues par jour, mais quelquefois le nombre des captures s'est élevé jusqu'à 600.

Malgré cela il n'est employé que par les pêcheurs les plus pauvres, car il exige un travail acharné de toute la journée et on lui préfère généralement *les lignes* ou les filets. L'un ou l'autre de ces engins étant plus ou moins rénumérateur, suivant la morue que l'on pêche, les lignes sont plus avantageuses quand la morue est maigre; pour la morue grasse l'emploi de filets est presque nécessaire.

La pêche aux lignes s'effectue avec des pièces portant chacune 120 hameçons, chaque bateau ayant à bord généralement 24 de ces pièces lovées dans des bacs, cela porte à 2 800 le nombre des hameçons que chaque embarcation peut mettre à la mer. L'appât que les Norvégiens emploient est soit du hareng frais ou salé soit de la rogue, ou du foie de morue, soit surtout une sorte de moule qui se trouve en abondance dans ces parages. Cet appât constitue un déboursé assez grand pour les pêcheurs; on peut l'estimer à un demi-million de francs.

Les ***filets*** sont analogues aux filets dérivants dont se servent nos pêcheurs, ils sont maintenus à la distance convenable au-dessus du niveau de la mer par des flotteurs en verre, la partie

inférieure étant lestée de cailloux. Cette profondeur variable est déterminée par ce fait que la morue recherche de préférence les eaux où la température atteint environ 5° centigrades. Certains pêcheurs emploient maintenant des thermomètres à renversement pour déterminer cette température et placer ainsi leurs engins dans les meilleures conditions. Les barques qui pêchent avec des filets sont celles du tonnage le plus grand, elles jaugent 5 et 7 *t*, leur équipage comprend six hommes et un mousse.

Dans les deux cas les engins sont placés le soir et sont relevés le lendemain matin, nul ne pouvant quitter la station avant le signal qui est donné par le chef de station.

La moyenne des captures varie entre 350 et 400 morues par bateau.

On emploie aussi aux Lofoten des *seines*, sortes de filets avec lesquels on entoure une partie importante des bancs de poissons, en les enfermant ainsi dans une enceinte d'où elles ne pourront plus sortir d'elles-mêmes. Pour la manœuvre d'une seine, il faut 6 à 8 bateaux et 30 à 40 hommes. Judicieusement employé, cet engin donne de magnifiques prises.

e) *Préparation des produits de la pêche.* — La pêche terminée, le pêcheur regagne la station et aussitôt débarqué procède à une préparation sommaire que l'on appelle *l'habillage du poisson*, la morue est ouverte et vidée, la tête coupée est mise de côté ainsi que la langue, le foie, la rogue, et la vessie natatoire, produits qui subiront chacun une préparation ultérieure.

Le poisson lui-même est ensuite suivant sa qualité préparé de deux manières soit en *klipfisk* soit en *stockfisk.*

Le klipfisk est la morue plate, salée, analogue à notre morue française; pour effectuer cette préparation le poisson est d'abord habillé, comme nous l'avons expliqué, puis il est fendu dans toute sa longueur on lui enleve l'arête dorsale, sauf une petite partie près de la queue. Ainsi ouvert il est mis à plat par couche dans la cale des bateaux de transport et salé très largement. Il faut environ 4 *hl* de sel pour 1 000 poissons.

La morue est ainsi envoyée aux séchoirs disposés dans des endroits favorables où le climat est plus sec. Là, elle sera débarquée et étendue pendant des mois sur les rochers.

Pour être de bonne qualité cette préparation exige une grande surveillance; le produit craignant à la fois la pluie et le soleil, ce sont les vents secs et froids qui donnent le meilleur résultat. Le

soir, la morue est rassemblée en tas par couches, chaque tas est ensuite surmonté d'un toit que l'on surcharge lui-même de grosses pierres.

La morue de qualité inférieure est préparée en ***stockfisk***. Après avoir été dépouillée comme nous l'avons indiqué, on la suspend par groupes de deux réunies par la queue, sur des échafauds en bois (hjeller), où elle restera exposée à l'air par tous les temps jusqu'au 12 juin.

Les produits mis à part sont utilisés dans les usines de la côte. Le foie est mis en barils où il se décompose lentement en donnant l'***huile médicinale crue*** (raa medicinaltran), et un produit de composition variable qui sera traité ultérieurement pour faire ce que l'on appelle l'***huile des tanneurs***. On préfère aujourd'hui procéder d'une manière plus rationnelle en plaçant directement les foies dans des bains-marie chauffés à la vapeur de manière à obtenir directement l'huile avec les foies frais. L'huile ainsi produite est beaucoup plus blanche et de qualité supérieure; elle porte le nom d'***huile de foie à la vapeur*** (Damp medicintran).

Les œufs constituent ce que l'on appelle la ***rogue***; ils sont mis en saumure dans des barils et seront envoyés ainsi aux négociants de Bergen, qui leur feront subir un ou plusieurs changements de futailles avant de les expédier à nos pêcheurs bretons, qui s'en servent comme appât pour la pêche à la sardine.

Enfin les ***têtes*** servent à la fabrication d'un engrais appelé guano de poisson. Vingt-deux usines sont établies en Norvège depuis Stavanger jusqu'à Vardö pour un traitement de ce genre, et les bénéfices qu'elles réalisent sont assez considérables (1). Il serait intéressant en France de faire subir le même traitement à des déchets qui restent la plupart du temps inutilisés, par exemple les têtes de sardines et de thon, de nos fabriques de conserves de l'Ouest. Les procédés en usage dans ces usines sont simples et peu coûteux, et les produits fabriqués ont une valeur commerciale assez grande.

En 1897, les produits de la pêche aux Lofoten ont été les suivants : Il a été capturé aux Lofoten 30 453 500 morues, qui ont produit 62 112 *hl* de foie et 33 344 *hl* de rogue. Le tout représentant une valeur de 6 336 829 kroner, soit 8 872 000 *f* environ.

(1) L'usine de Brettesnœs a fabriqué en 1891 16 500 sacs de 50 *kg* avec 8 000 000 de têtes de morues. Le buano se vendant pris sur les lieux à raison de 12 kr. Les 100 *kg* de têtes de morue valant 0,18 kr le 100, la main-d'œuvre et les frais de fabrication pouvant être évalués à environ 41 kr par 100 *kg*. Le bénéfice ainsi réalisé dans cette fabrique est de 52 000 kr.

L'archipel des Lofoten, tout en étant le siège principal de la pêche à la morue, n'est pas, comme nous l'avons dit, le seul endroit où cette pêche soit pratiquée d'une manière régulière en Norvège.

2° Autres pêches a la morue.

Le *Romsdal* au sud et le *Finnmark* tout au nord sont aussi le siège d'importantes pêcheries de morues. Celles du Finnmark durent de février à juin; elles sont tout à fait analogues à celles que nous venons de décrire, mais présentent bien plus de dangers surtout dans la partie de ce district située à l'est du cap Nord, où la côte est directement exposée aux tempêtes du large sans Skjargaard pour la protéger.

Cette pêche est pratiquée par les habitants du district, et aussi par des Finnois, des Lapons qui n'hésitent pas à effectuer en plein hiver de longues routes à travers l'intérieur du pays pour venir pendant quelques mois gagner le pain de toute l'année.

En 1895, 21 942 pêcheurs et 5 679 bateaux ont été employés à cette pêche. Le produit des captures a été de 2 072 000 kr.

Comme on le voit par ce rapide aperçu, les pêcheurs de morue norvégiens ont conservé des procédés encore assez primitifs. Nos pêcheurs d'Islande et de Terre-Neuve emploient d'ailleurs, à peu de chose près, les mêmes engins; cela s'explique par l'abondance extrême du poisson sur les lieux de pêche. Mais les procédés de conservation ou d'utilisation des produits de pêche se sont perfectionnés davantage. Nous avons vu qu'en Norvège aucun déchet n'était perdu, qu'avec la vessie natatoire on faisait de la colle de poisson, tandis qu'avec les têtes et les arêtes on fabriquait un engrais recherché. En Amérique et en France, les perfectionnements ont porté sur le séchage même de la morue ; à Bordeaux, il existe plusieurs sécheries à la vapeur, qui permettent d'obtenir rapidement un produit de fort belle apparence et d'une conservation parfaite.

Une autre industrie de cette région septentrionale de la Norvège, de laquelle je dirai quelques mots, est la chasse à la baleine.

3° Chasse a la baleine.

Tout le monde a plus ou moins entendu parler de cette chasse émouvante, telle qu'elle était pratiquée autrefois. Aujourd'hui, les baleiniers sont de petits vapeurs de 60 *tx* environ, et les har-

pons sont lancés par un petit canon spécial placé à l'avant du navire. Ils sont constitués par un fer de lance portant deux bras, qui, au moment du départ, sont rabattus le long de la hampe, mais qui, une fois que le harpon a frappé l'animal, viennent sous l'action de ressorts puissants, se placer dans une position perpendiculaire à cette direction, empêchant tout retour de l'appareil en arrière. Quelquefois ce fer de lance est remplacé par un obus qui éclate à l'intérieur du cétacé, et dont les ravages viennent s'ajouter à celui de l'instrument lui-même. Les cétacés que l'on chasse ainsi, sont surtout des *balénoptères* et *des mégaptères*, la *baleine franche* étant devenue excessivement rare ; leur taille varie entre 40 et 12 *m;* leur valeur est d'environ 3 000 *f* en moyenne. La vapeurs baleiniers sont au nombre d'une trentaine, appartenant à divers armateurs, qui traitent eux-mêmes dans les factoreries du littoral la chair de ces cétacés, pour en retirer l'huile et la stéarine ; les os et les déchets sont transformés en guano.

4° Pêche du hareng.

Après la pêche de la morue, celle qui présente en Norvège le plus d'importance est la pêche du hareng. Les bancs de ce poisson viennent dans les eaux norvégiennes à deux époques de l'année et donnent lieu à des industries très différentes : la *Vaarseldfiskeri* ou pêche du hareng printanier, qui se fait de février à mars, et la pêche du hareng gras (Fedsildfiskeri), qui a lieu de juillet à septembre.

La première est soumise à des variations assez grandes, ce poisson apparaissant pendant une période de plusieurs années pour disparaître ensuite presque complètement pendant un certain temps.

On se sert, pour la capture de ce poisson, de *filets dérivants* ou de *seines*.

Le *filet dérivant* est tout à fait analogue à celui que nos pêcheurs emploient; il se compose, comme l'on sait, d'une nappe de filets maintenue verticalement dans l'eau à l'aide de flotteurs placés à la partie supérieure et de lest placé à la partie basse; *(fig. 19)* ce filet est immergé à la profondeur convenable à l'aide de cordages et de petits lannelets. Ces pièces de filets sont réunies les unes aux autres de manière à faire un barrage continu, que le banc de poisson rencontrera et dans lequel il viendra se *mailler*, suivant le terme consacré.

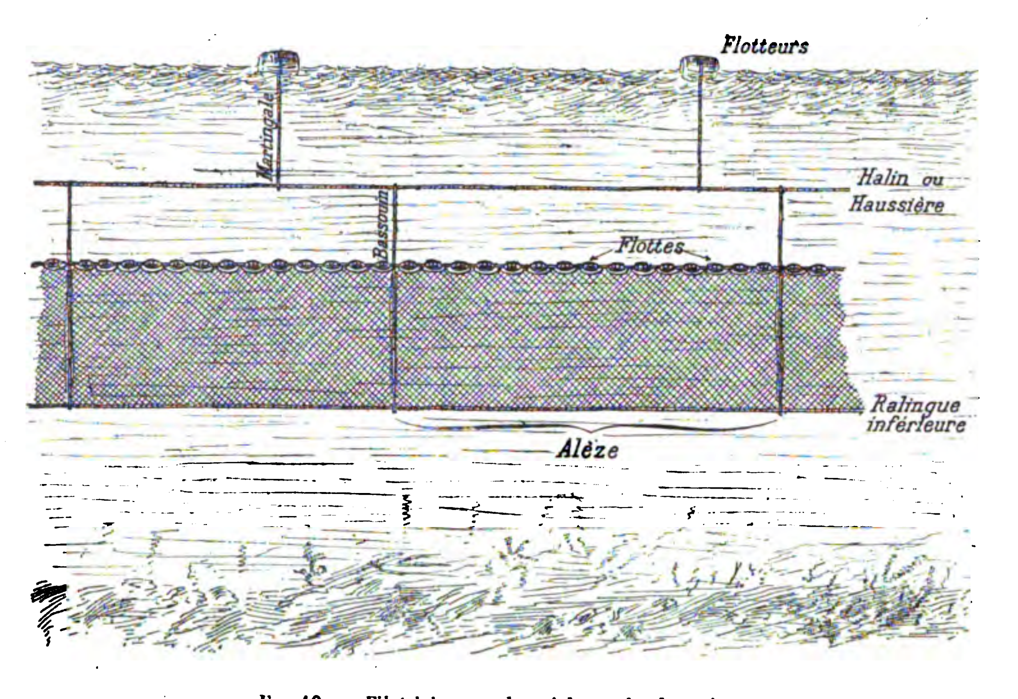


Fig. 19. — Filet à hareng des pêcheurs boulonnais.

En Norvège les filets ont 4 *m* de haut environ et 20 à 25 *m* de long; on les immerge par série de 4 ou 5. Les barques qui se livrent à cette pêche sont d'un assez faible tonnage; en France au contraire, où nos bateaux jaugent 50 à 100 *tx*, la *tessure* ainsi mise à la mer peut atteindre 6 *km*.

On comprend que, dans ces conditions, l'opération du levage de cet engin est des plus pénibles; autrefois on se servait de cabestans à bras pour haler la tessure; maintenant, la plupart de nos bateaux harenguiers ont adopté des cabestans mus à la vapeur. Aucun, à notre connaissance, n'a songé à employer les moteurs à pétrole. Remarquons qu'ici ils ne seraient pas de nature à rendre les mêmes services qu'à bord des chalutiers; on sait en

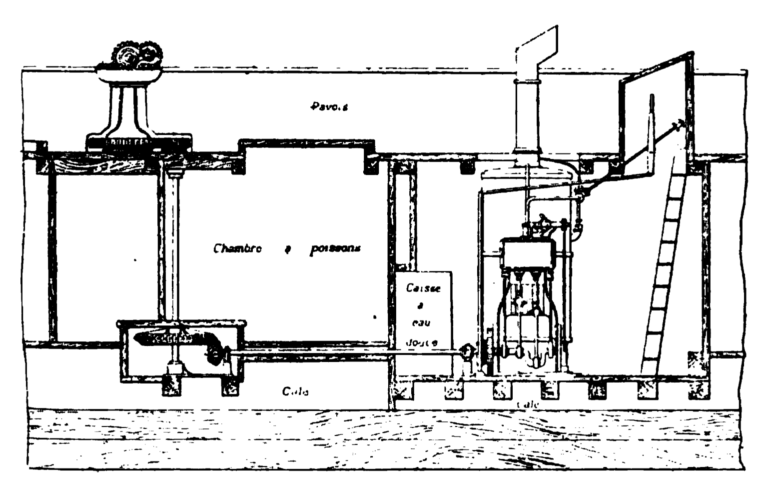


Fig. 20. — Cabestan mû par un moteur à vapeur, d'après le bulletin de l'*Enseignement professionnel et technique des Pêches maritimes*.

effet l'heure exacte à laquelle on doit virer au cabestan, et l'on peut faire mettre en pression en conséquence *(fig. 20)*.

La pêche à la seine s'effectue d'une manière assez particulière; bien conduite, elle donne d'assez bons résultats. Le produit de la pêche est généralement acheté par les négociants de la côte qui envoient à cet effet leur bateau collecteur sur les lieux de pêche. Les harengs sont salés sur place, si l'endroit où ils sont capturés est trop éloigné de la factorerie; ils sont, dans le cas contraire, transportés dans ces dernières pour y subir cette préparation.

Dans les deux cas ils sont soigneusement classés par catégories

avant d'être exportés principalement en Suède, en Allemagne et en Russie. Un certain nombre d'entre eux sont également saurés



FIG. 21. — Visite d'un filet à hareng après la pêche.

par des procédés analogues à ceux employés en France, et dans ce cas ils trouvent leur principal débouché en Russie.

5° PÊCHES DIVERSES; PÊCHE DU SAUMON.

Dans le sud de la Norvège se pratiquent aussi les pêches suivantes : celle du sprat *(Clupea spratus)*, qui est salé en rouge avec des épices et vendu sous le nom *d'anchois de Norvège;* celle du *maquereau*, qui est expédié, en presque totalité, emballé dans la glace vers l'Angleterre. Enfin sur toute la côte, dans les fjords, et les torrents, des engins très originaux servent à capturer le saumon qui se trouve en abondance dans ces eaux; une partie de cette pêche est consommée dans le pays, soit à l'état frais, soit fumée, l'autre partie est expédiée en glace en Angleterre.

6° INDUSTRIE DE LA CONSERVE DE POISSON. — ENCOURAGEMENTS APPORTÉS PAR L'ÉTAT AU DÉVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE DES PÊCHES EN NORVÈGE. — CONCLUSION.

Pour terminer ce rapide exposé de la pêche en Norvège, nous devons encore mentionner une industrie qui se développe d'une façon remarquable, et qui était représentée à l'exposition

de Bergen d'une manière brillante, c'est l'industrie de la conserve de poisson. A Stavanger, centre principal de cette industrie, le nombre des fabriques s'accroît tous les ans, et le produit de l'exportation norvégienne pour ce produit, a quadruplé en six ans.

Ce rapide développement est dû en partie, à l'influence de la *station d'essai* de Bergen, sorte d'école créée par la Société pour l'encouragement des pêcheries norvégiennes, Société subventionnée par l'État, et destinée à former des contremaîtres pour les fabriques de conserves, les saleries, les saurisseries, les usines de guano et d'huile de poisson, et en général pour toutes les industries s'occupant du traitement des produits de la pêche.

Cette station d'essai sert en même temps, comme son nom l'indique, de laboratoire pour essayer les procédés nouveaux, les préparations plus perfectionnées susceptibles d'améliorer les diverses industries.

Il est certain qu'une ou plusieurs écoles de ce genre rendraient en France de grands services, et seraient l'utile complément des écoles de navigation créées par la Société l'Enseignement professionnel des pêches maritimes. Déjà à Boulogne, sous la direction de M. Canu, des cours de ce genre ont été tentés et ont donné de bons résultats. J'espère que bientôt la France n'aura de ce côté rien à envier aux pays voisins.

J'ai longuement parlé, et pourtant j'ai à peine effleuré le sujet que j'ai voulu traiter; cet exposé rapide aura cependant eu pour résultat, je l'espère, de vous avoir intéressés à cette industrie des pêches maritimes peut-être un peu trop délaissée par les Ingénieurs Civils, à qui elle peut fournir un vaste champ de travail et d'études.

CHRONIQUE

N° 231

SOMMAIRE.— La fabrication des épingles et des aiguilles *(suite et fin)*.— Dessiccation des bois par l'électricité. — Machine à battre les pieux à mouton auto-moteur à vapeur. — Le carborundum. — Sir Douglas Galton. — Revue des progrès de l'électricité pendant l'année 1898.

Fabrication des épingles et des aiguilles. *(Suite et fin)*. — — Depuis le développement énorme de la consommation des épingles d'acier, les aiguilles de rebut ne forment plus qu'une très faible partie des tiges employées pour la fabrication de ces épingles. Pour la préparation de ces dernières, on introduit les bouts de fil de fer appointés préalablemeut dans un tambour en fonte contenant du poussier de charbon, et on les soumet à une température appropriée pendant un certain temps. On cémente ainsi à la fois un million de tiges. On leur donne par cette opération le degré de raideur nécessaire. Il est à remarquer que la bavure presque imperceptible formée à l'extrémité des tiges, lorsqu'on les coupe de longueur, favorise l'adhérence de la tête à tel point qu'il est très rare que les épingles à tête d'émail perdent leur tête.

L'émail ou verre employé pour ces épingles doit être préparé spécialement à cet effet, il doit avoir une fusibilité convenable, rester pâteux assez longtemps pour permettre la formation des têtes, avoir le brillant nécessaire pour ne pas exiger de polissage et n'être pas cassant. Deux ouvriers munis de tiges de fer, dans le genre de celles des souffleurs de verre, sauf qu'elles ne sont pas creuses, prennent à l'extrémité de ces tiges une quantité de verre suffisante et, en tournant la tige, donnent à ce verre la forme d'une poire. Ces hommes courent à la rencontre l'un de l'autre sur un chemin rectilique analogue à celui d'une corderie et long d'une cinquantaine de mètres. Arrivés au milieu, ils soudent ensemble leurs poires de verre et repartent en s'éloignant l'un de l'autre, de manière à étirer le verre en fil dont la grosseur varie selon la rapidité de la course, entre 3 et 7 *mm* ; la tige ainsi formée est coupée de longueur pour former des bottes.

Ce sont des femmes qui font les têtes et les fixent à l'extrémité des tiges. L'ouvrière est assise devant une table sur laquelle est un châssis de 0,15 *m* environ de hauteur portant la tige de verre placée horizontalement, un bec de gaz et un chalumeau. L'ouvrière, qui a devant elle un paquet de tiges, en prend un certain nombre dans chaque main et les passe successivement tantôt avec l'une tantôt avec l'autre dans l'extrémité ramollie par la chaleur de la tige de verre et, par un tour de main spécial, enlève avec la tige une petite quantité de verre, puis par un mouvement du pouce et du premier doigt imprime à la tige une rotation alternative qui forme la tête de l'épingle,celle-ci tombe alors termi-

née dans une sorte de trémie. Cette opération assez complexe demande beaucoup d'adresse et s'effectue avec une singulière rapidité. Une ouvrière habile peut faire de 25 000 à 30 000 têtes par jour.

Il ya quinze numéros de ces épingles, dont les têtes ont de 1,5 à 3,5 *mm* de diamètre et dont les longueurs de tige ont de 15 à 50 *mm*.

D'après un rapport de la Chambre de Commerce d'Aix-la-Chapelle, il y a actuellement dans cette ville 40 fabriques d'aiguilles et épingles employant plus de 4 000 ouvriers, soit les deux tiers du personnel engagé dans cette industrie en Allemagne. Pour la fabrication seule des aiguilles, il est consommé annuellement de 800 à 900 *t* de fil d'acier. Voici les chiffres relatifs à la production annuelle des principaux produits de cette industrie : aiguilles à coudre à la main : 3 100 millions ; aiguilles à coudre à la machine : 65 millions ; autres aiguilles : 35 millions ; épingles : 1 300 millions, ce qui donne un total de 4 500 millions, dont la valeur collective est de 75 millions de francs et la valeur moyenne de 1,65 *f* le mille, les prix extrêmes étant de 0,75 *f* et 10 *f* le mille.

Pour les aiguilles les plus fines, il en entre 40 dans un gramme, soit 40 000 dans un kilogramme et pour les épingles à tête d'émail les plus légères, 16 000 dans le même poids.

Les manufacturiers qui ne produisent que des aiguilles de la meilleure qualité se plaignent vivement du tort qui est fait à l'industrie d'Aix-la-Chapelle par les produits inférieurs, qu'il est difficile de distinguer, à l'apparence seule, des produits de bonne qualité. Alors que les bonnes aiguilles se vendent à raison de dix pour 0,10 *f*, on en a trente de qualité inférieure pour le même prix ; mais ce bon marché relatif est bien plus que compensé par la rupture fréquente des aiguilles, la médiocre qualité de l'ouvrage fait, la difficulté de passer le fil, les pertes de temps, sans compter le mauvais sang que se font ceux qui emploient ces aiguilles. Il n'y a guère que l'intermédiaire qui gagne avec ces produits de qualité inférieure ; ils portent préjudice à la fois au producteur et au consommateur.

Dessiccation des bois par l'électricité. — Nous avons dit quelques mots dans les informations techniques de février, page 348, sur un procédé de conservation des bois par l'électricité. Ces renseignements manquaient un peu de clarté, et nous croyons utile de les compléter par les renseignements suivants extraits du *Railway Engineer*.

Nous avons eu récemment occasion de voir fonctionner le procédé Nadon-Bretonneau pour la dessiccation des bois, au moyen duquel les inventeurs disent pouvoir rendre des bois fraichement coupés propres aux ouvrages les plus délicats de menuiserie en un temps variant de 2 à 4 semaines, alors qu'il faut actuellement le même nombre d'années ; de plus des bois comme le peuplier peuvent être rendus aptes à être employés pour la confection de portes et objets analogues.

Le procédé a été en usage en France depuis plus deux ans, et les bois préparés par cette méthode sont actuellement employés à Paris pour la confection des pianos et instruments de musique. Cette application est intéressante à citer, parce que, pour cet usage, il faut des bois parfaitements secs.

On n'a pas encore donné une explication bien nette de la théorie de l'opération, mais voici les faits. Le procédé, comme on va le voir, est très simple, et le matériel employé peu coûteux. Le bois à traiter est placé à plat dans un bassin en bois au fond duquel est un serpentin en cuivre. Le bassin est rempli d'une dissolution composée de 10 0/0 de borax, 5 de résine, 0,75 0/0 de carbonate de soude, 84,25 0/0 d'eau. Le liquide doit arriver à 50 à 60 *mm* au-dessous de la partie supérieure du bois.

La solution est maintenue à la température de 35° C. par une circulation de vapeur dans le serpentin. Le bois repose sur une feuille de plomb à laquelle est relié le pôle positif. Une sorte d'auge ayant le fond garni de toile et de feutre repose sur la partie supérieure du bois à traiter et contient de l'eau pure sur une épaisseur de 30 à 40 *mm* et une lame de plomb à laquelle correspond le pôle négatif. On fait passer à travers le bois un courant produit par une dynamo et ayant une tension de 110 volts. Lorsque l'aiguille de l'ampèremètre marque 5 ampères, on extrait avec une pompe une partie de la solution jusqu'à ce que l'aiguille soit ramenée au zéro. Elle remonte graduellement à 5, on enlève encore de la solution et cette opération est faite jusqu'à trois fois, ce qui dure de 5 à 8 heures; le traitement est achevé, il ne reste plus, si on est en été, qu'à achever la dessiccation en plein air ou, si on est en hiver, à la faire dans une étuve à la température de 15 à 20° C., de laquelle on extrait d'une manière continue l'air humide. Au bout de 10 à 15 jours le bois est bon à être employé.

La solution sert toujours; elle ne s'use point, le bois n'en prenant rien. La durée du traitement électrique varie suivant l'essence du bois, et surtout suivant son degré d'humidité; plus le bois est vert, plus le procédé agit rapidement.

Il semble que le bois augmente légèrement de poids. On a émis la supposition que le traitement électrique transforme la sève en une substance solide analogue à la résine, laquelle est insoluble et antiseptique et agit en rendant le bois imperméable à l'eau et imputrescible.

Après l'opération, le bois est, dit-on, plus facile à travailler avec les divers outils.

L'installation que l'auteur de l'article que nous citons a visitée est établie dans les ateliers de MM. Johnson et Phillips, à Charlton; elle peut traiter des pièces jusqu'à 2 *m* de longueur. Le procédé est exploité par la Electric Seasoning Company, 156, Victoria Street, Westminster.

Machine à battre les pieux à mouton automoteur à vapeur. — Nous trouvons dans les *Annales de Travaux publics de Belgique* la description d'une machine à battre les pieux construite par notre distingué collègue, M. H. Delsa, de Liège.

Cette sonnette, sur laquelle le mouton automoteur fonctionne, est généralement construite en bois de sapin du Nord. Elle comporte deux planchers entourés de garde-corps pour la sécurité des ouvriers. Une échelle donne accès à chaque étage de la sonnette, ainsi qu'à sa partie supérieure pour pouvoir visiter la poulie de manœuvre du treuil.

Le mécanisme se compose d'un treuil mû à bras et d'une chaine des-

tinée à mettre les pieux en place et déposer le mouton sur la tête du pilot. Pour les moutons dépassant le poids de 1 000 *kg*, on emploie un treuil à vapeur.

La face du mouton frottant sur les montants de la sonnette porte, venues de fonte, deux parties-guides armées de boulons mobiles.

Ces boulons font serrage sur une tôle d'acier assez rigide pour retenir le mouton sur les montants, sans chercher à faire rompre les boulons. Deux oreilles ménagées au haut du mouton servent à y introduire le crochet double destiné à l'enlever.

Un levier, muni d'une corde s'enroulant sur deux poulies, permet la manœuvre à la main du robinet distributeur de la vapeur. Cette dernière arrive de la chaudière au mouton, par un tuyau en caoutchouc recouvert d'un tissu métallique fabriqué à cet effet.

Le pieu dressé, on laisse reposer le mouton sur sa tête. On ouvre légèrement le robinet à vapeur pour réchauffer le mouton et éviter la condensation par le contact des parties froides (opération utile seulement après chaque arrêt prolongé) et, le réchauffement fait, on ouvre complètement le robinet de la chaudière.

A ce moment, la vapeur, s'introduisant entre le couvercle et le piston, fait appuyer la tige de ce dernier sur le pieu. Au moyen de ce point d'appui, elle soulève le mouton en fonte jusqu'à ce que l'avertisseur du bas de la course entière lui offre un passage. Alors l'orifice d'échappement du robinet est mis en communication avec l'intérieur du mouton, l'introduction se ferme et la vapeur s'échappe librement en laissant retomber le mouton sur le pieu.

Ce mouvement, produit par la manœuvre du levier à la main par la corde, pe rmet de donner instantanément les courses jugées propres à l'enfoncement graduel du pieu. Cette conduite à la main a donné jusqu'à 60 coups à la minute.

Le mouton est formé d'un corps en fonte percé cylindriquement sur toute la hauteur que l'on veut avoir comme maximum de course. Sa base porte une masselotte servant de frappe, laquelle, percée d'un trou cylindrique, laisse passer la tige du piston, qui vient s'appuyer sur la tête du pieu. Le haut du mouton est fermé par un couvercle muni d'un robinet distributeur à trois orifices, l'un en communication directe avec la conduite de vapeur, le deuxième avec l'intérieur du mouton et le troisième avec l'atmosphère.

A ce qui précède, nous pouvons ajouter le renseignement suivant qui nous a été fourni par M. Delsa. Pour l'établissement d'un batardeau destiné à la construction d'un mur de quai, on a battu, avec une sonnette ayant un mouton de 500 *kg* et installée sur bateau, en moyenne 65 pilots par jour avec six hommes pour la manœuvre de l'appareil.

Le Carborundum. — Notre collègue M. L. Perissé, a bien voulu rédiger, pour la Chronique, la notice suivante sur un produit qui présente un grand intérêt et qui fait déjà l'objet d'une industrie importante.

Depuis 1896, une des usines les plus considérables qui utilisent la force électrique des chutes du Niagara est celle du Carborundum. Cette usine emploie 1 000 *ch* électriques pour cette fabrication.

Le carborundum a été obtenu, en 1893, par M. Acheson, directeur de la Compagnie d'Eclairage électrique de Monongahela, en Pensylvanie. A la même époque, un produit analogue a été obtenu par M. Moissan, à Paris.

Le carborundum est un carbure de silicium qui contient environ 70 0/0 de silicium et 30 0/0 de carbone ; on y trouve en outre des traces de chaux, de magnésie, d'oxyde de fer et d'alumine.

Le carborundum, réduit en poudre, a une composition légèrement variable avec le degré de finesse de la poudre ; la proportion de carbone augmente un peu avec cette finesse.

Pour avoir le carborundum pur, on traite le produit brut par l'acide chlorhydrique, puis par une dissolution de soude ; on fait brûler le carbone libre en le chauffant au rouge en présence d'un courant d'oxygène ; la silice libre est éliminée par l'action d'un courant lent et prolongé d'acide fluorhydrique gazeux. Le produit obtenu contient alors 69,16 0/0 de silicium, 30,20 de carbone et 0,64 d'impuretés.

Le carborundum pur est un corps dur, infusible, incombustible, d'une densité moyenne de 3 123. Ses cristaux sont des rhomboèdres ; ils se divisent à l'infini sans perdre leurs arêtes tranchantes. Le degré de finesse de la poudre de carborundum est indiqué par le nombre de minutes qu'elle reste en suspension dans l'eau. La poudre dite de *six minutes* est la plus fine qui soit dans le commerce.

On se sert, pour la fabrication du carborundum, d'un four composé d'une cuve en matériaux réfractaires de $2 \times 0{,}30$ *m* avec une profondeur de 0,45 *m* ; à chaque extrémité, il y a 4 électrodes de charbon de 0,30 *m* de longueur et 50 *mm* de diamètre ; ces électrodes sont ajustables, c'est-à-dire qu'elles peuvent glisser dans leurs supports. Entre elles se trouve un noyau de charbon granulaire en plaque de 250×25 *mm* et 1,40 *m* de longueur ; c'est autour de ce noyau que passera le courant électrique et que se déposera le carborundum.

On remplit la cuve avec un mélange de coke ou mieux de charbon provenant de la distillation des pétroles, de sable de verrerie et de sel marin ; il faut, en général, un excès de carbone pur au début de l'opération, pour brûler l'oxygène de l'air contenu dans la masse ; un bon mélange pratique est : charbon 20, sable 25, sel 10. Avec ce mélange, le produit obtenu, traité par l'acide fluorhydrique, ne fait reconnaître que 1,5 0/0 de silice libre, ce qui constitue un très bon degré de pureté au point de vue industriel.

Après huit heures de traitement, la masse est en partie transformée ; sa coupe présente la disposition suivante : au centre, le noyau de charbon autour duquel est une couche formée d'un agrégat cristallin de graphite et de carborundum ; autour de celle-ci est une couche annulaire de carborundum en cristaux radiaux, composée de 62,7 0/0 de silicium, 36 de carbone et 1,04 d'impuretés. Après vient une zone de couleur blanche ou grise, qui est constituée par du carborundum amorphe, produit obtenu par M. Schutzenberger, professeur au Collège de France. Enfin, l'extérieur est le mélange primitif non décomposé.

La première couche autour du noyau en charbon, laquelle est formée de graphite et de carborundum, est mise à part, et le charbon en est sé-

paré par la combustion dans l'oxygène, au rouge, le résidu et la partie suivante composée de carborundum sont mélangés et broyés, puis lavés et classés en cristaux et poudres dans une série de réservoirs en cuivre.

Voici quelques-unes des applications industrielles de ce produit :

1° Meules en poudres agglomérées de différentes grosseurs, employées pour les mêmes buts que les meules en émeri. La puissance mordante du carborundum est telle que ces moules peuvent affûter les outils sans que l'échauffement de la pièce soit assez grand pour amener le recuit de cette pièce ;

2° Petites meules larges, très employées dans la fabrication des lampes à incandescence construites par la maison Westinghouse ; ces meules servent à tourner la douille de la lampe ; on pourrait les employer également d'une manière avantageuse dans la confection des bouteilles et flacons dits à l'émeri ;

3° Polissage des diamants et pierres précieuses, c'est-à-dire les opérations consécutives à la taille proprement dite ;

4° Molettes à l'usage des dentistes, pour couper, tailler les dents et ajuster les dents artificielles en émail ;

5° Dépolissage et gravure du verre ;

6° Toile carborundum pour le polissage des métaux.

4 *kg* du mélange dont nous avons parlé plus haut donnent environ 1 *kg* de carborundum. La force nécessaire pour une production de 75 à 80 *kg* par 24 heures est de 78 *ch*, ce qui fait 1 872 chevaux-heure.

Voici quelques renseignements sur la fabrication des meules et mollettes : elles sont constituées par un mélange de moitié de carborundum brut avec un ciment argilo-silicieux. Les premières sont moulées dans des moules en acier, puis soumises à une pression hydraulique allant jusqu'à 100 *t* suivant la dimension des pièces. Elles sont ensuite cuites au four de potier pendant 60 à 30 heures ; la température doit être élevée graduellement, puis maintenue à la température de fusion du ciment.

Les molettes se font d'une manière analogue, mais elles ne sont pas soumises à la pression hydraulique et elles sont cuites dans une case ou bloc en matériaux réfractaires.

Aux États-Unis, les fabricants produisent le carborundum brut au prix de 2,11 *f* le kilogramme, et le carborundum manufacturé, en meules ou molettes, au prix de 3 *f*.

En 1897, la production à l'usine de la Carborundum Company, à Niagara-Fall, avait été de 621 *t* ; en 1898, elle s'est élevée à 795. Cette quantité comprend 110 *t* de carborundum brut, vendu aux usines métallurgiques pour remplacer le ferro-silicium ; le reste, 685 *t*, se compose de 3/4 de cristaux vendus de 1 à 1,20 *f* le kilogramme en moyenne et de 1/4 de poudres vendues 0,80 *f* le kilogramme.

Une assez grande partie de la fabrication est exportée pour les usines de polissage de granit, à Aberdeen (Écosse), qui en ont consommé jusqu'à 2 1/2 *t* par mois.

La fabrication des meules vient d'être perfectionnée par l'introduction d'un peu de fer dans le ciment de kaolin qui sert d'agglomérant, on obtient une plus grande résistance des meules et une durée bien plus longue.

La fabrication des toiles et papiers au carborundum a pris également, en 1898, un grand développement; ces produits sont employés dans l'ébénisterie, l'ajustage des métaux et la fabrication des chaussures où ils remplacent les papiers aux grenats et aux rubis; le rendement du papier au carborundum est 2 1/2 fois supérieur à celui du papier d'émeri.

Le carborundum amorphe, qui est obtenu à la température de 2200° C, est un produit réfractaire des plus remarquables; il est employé avec succès pour le garnissage des soles de fours métallurgiques parce que, à l'inverse de ce qui a lieu sur les cristaux, il n'est pas soluble dans le fer en fusion.

Cette année, la Carborundum Company construit une seconde usine sur le côté canadien de la rivière Niagara; cette usine fabriquera le carborundum pour le Canada avec une force motrice de 2 000 *ch* électriques.

Sir Douglas Galton. — Sir Douglas Galton, longtemps connu sous le nom de capitaine Douglas Galton, est mort le 10 mars, à Londres, des suites d'un empoisonnement du sang. Le défunt, Ingénieur militaire, fit presque toute sa carrière dans les services civils, ce qui explique pourquoi il ne dépassa pas le grade de capitaine dans les *Royal Engineers* (génie militaire), et s'acquit une grande réputation dans plusieurs branches de l'art de l'Ingénieur. Il était connu de beaucoup d'entre nous; c'est ce qui nous a engagé à consacrer ici quelques lignes à sa mémoire.

Né à Rugby en 1823, Douglas Galton fit ses études dans sa ville natale et alla apprendre le français à Genève; il entra, à quinze ans, à l'Académie Royale militaire à Woolwich et en sortit après de brillants examens, avec une commission dans les *Royal Engineers*.

Il fut d'abord employé, sous les ordres du major-général Pasley, à divers travaux où on employa des explosifs sur une grande échelle. Le premier fut la destruction par des mines sous-marines de l'épave du *Royal George*, qui coula accidentellement au mouillage dans la rade de Spithead, en 1782, en entraînant avec lui la plus grande partie de son équipage et l'amiral Kempenfeld lui-même. On employa à ce travail environ 20 000 *kg* de poudre et on y fit usage, pour la première fois, paraît-il, de la pile voltaïque pour l'inflammation des charges. Peu après, en 1842, le même procédé fut appliqué par le général Pasley au sautage d'une colline près de Douvres. Le jeune officier fut chargé ensuite de travaux de fortifications tant en Angleterre qu'à Malte et à Gibraltar. Il passa, en 1847, au service du *Board of Trade* comme inspecteur des chemins de fer (on sait qu'en Angleterre ces fonctions sont exercées par des officiers des *Royal Engineers*), puis comme secrétaire du département des chemins de fer.

Il occupa ces fonctions jusqu'en 1860, époque à laquelle il devint inspecteur général des fortifications et, deux ans après, sous-secrétaire adjoint pour la Guerre, emploi qu'il remplit jusqu'en 1870. En dehors de ses fonctions officielles, Douglas Galton s'occupa de beaucoup de travaux relatifs à l'art de l'Ingénieur; ainsi, après la guerre de Crimée, il fit partie d'une commission chargée de visiter les casernes

et hôpitaux militaires dans la Grande-Bretagne et dans les stations navales anglaises de la Méditerranée. Il fit les plans et surveilla la construction de l'hôpital Herbert à Woolwich; les questions d'hygiène occupèrent une grande partie de sa carrière. En 1859 et 1860, il fit partie d'une commission chargée d'étudier les causes de la rupture des câbles sous-marins de l'Atlantique et de la Mer Rouge, et, un peu plus tard, avec lord Kelvin, d'une autre commission pour l'étude des questions mécaniques et électriques relatives à la pose du câble de 1865.

En 1876, Douglas Galton prit une part active aux expériences sur les freins continus, exécutées sur plusieurs chemins de fer anglais et résuma ces expériences dans un important mémoire dont il donna lecture à la session tenue à Paris, en 1878, par l'Institution of Mechanical Engineers. Ajoutons qu'il fut, de 1870 à 1875, directeur des Travaux publics et Constructions du Board of Works.

Douglas Galton appartenait à une quantité de Sociétés savantes. Il était membre de la Société Royale, il fut secrétaire général et président de l'Institut sanitaire, etc. Il fut élevé à la dignité de chevalier en 1887 et était commandeur de la Légion d'honneur.

Revue des progrès de l'électricité pendant l'année 1898, par M. G. Baignères. — Nous avons pensé qu'il serait intéressant de donner un aperçu général des principaux progrès réalisés dans le domaine de l'électricité au cours de l'année qui vient de se terminer. Nous allons donc passer successivement en revue les principales branches de l'industrie électrique dans lesquelles nous aurons à signaler, soit une importante application, soit un perfectionnement, soit une découverte.

Dans les *stations centrales*, on a une tendance à l'emploi de fortes unités à accouplement direct; les moteurs à vapeur à vitesse lente sont de plus en plus en faveur. Les machines-volants sont d'un usage fréquent et, parmi celles-ci, on doit citer la plus grosse machine du monde, une génératrice à courant continu pour traction électrique. Cette dynamo installée dans le cours de 1898 par la Walker Company de Cleveland, à l'usine des tramways de Boston, a une puissance de 3 000 *kw*, elle tourne à 75 tours et pèse 111,5 *t*.

En Amérique, on continue à utiliser les chutes d'eau. L'une des plus importantes installations de transmission de l'énergie faite en 1898 est celle de Telluride où le transport s'effectue sous une tension de 50 000 volts.

Les stations centrales de Paris se développent constamment, mais on tend de plus en plus à leur substituer des usines génératrices placées extra-muros. Ainsi la Compagnie Continentale Edison installe actuellement à Saint-Denis une usine qui comprendra deux unités de 1 000 *kw* formées chacune d'un moteur horizontal Dujardin à triple expansion actionnant directement deux dynamos Thury de 500 *kw* sous 2 200 volts.

Les sous-stations comprendront des dynamos de 480 *kw* sous 2 000 volts actionnant des dynamos à courant continu donnant une tension de 125 volts pour la distribution à trois fils. De même, la Société d'Éclairage électrique de la Place Clichy établit à Asnières une station dont la

puissance sera de 20 000 *ch*; chaque unité sera formée d'un moteur à vapeur horizontal à triple expansion de 1 500 *ch* commandant un alternateur triphasé de 1 200 *kw* sous 5 000 volts. A l'aide de commutatrices de 400 *kw*, les courants triphasés seront transformés en courant continu.

Les *dynamos à courant continu* ont été l'objet de divers perfectionnements intéressants dont les deux principaux consistent : l'un à annuler le décalage des balais et l'autre, applicable aux machines à courant continu multipolaires enroulées en quantité et aux machines à courant continu fonctionnant en parallèle, a pour but d'éviter les inconvénients de la différence des tensions induites dans les différents circuits ou machines.

Les *commutatrices* ont pris un développement considérable aux États-Unis surtout. En France, elles sont employées avec beaucoup de succès. et on se propose de les appliquer dans les réseaux de traction électrique des Compagnies d'Orléans et de l'Ouest dont les usines en cours de construction sont l'une à Ivry et l'autre aux Moulineaux.

Les applications de l'énergie électrique dans les usines et ateliers, dans les chantiers de construction, dans les mines et dans les exploitations agricoles, prennent beaucoup d'extension.

La *traction électrique* se développe de plus en plus. La Compagnie Thomson Houston a construit les réseaux de Brest, de Béziers, de Monaco ; elle a transformé le réseau de la Compagnie générale des Tramways de Lyon en adoptant le trolley aérien, sauf pour la traversée de quelques places où l'alimentation des moteurs se fait par trolley souterrain glissant dans un caniveau central. C'est d'ailleurs dans ces mêmes conditions qu'a été installée à Paris la ligne Bastille-Charenton.

Les lignes de la Place de la République à Pantin et à Aubervilliers sont, depuis le commencement de l'année, exploitées par le système mixte à accumulateurs et à trolley aérien.

Enfin, la ligne de la Madeleine à Neuilly est pourvue de voitures automotrices recevant leur énergie d'accumulateurs à charge rapide.

Nous ne parlerons que pour mémoire des lignes actuellement en construction comme le réseau de Marseille, dont le développement total atteindra 100 *km*, celui de Bordeaux, d'importance à peu près égale, et la substitution de la traction par accumulateurs à la traction animale sur les lignes Vincennes-Louvre et Cours de Vincennes-Louvre.

Pour l'exploitation des métropolitains, la traction par l'électricité offre sur la traction par la vapeur des avantages sur lesquels il nous paraît inutile d'insister.

La partie du Métropolitain de Paris comprise entre Vincennes, le Trocadéro et le Bois de Boulogne sera desservie par des trains à traction électrique.

A Chicago et à Londres, le courant continu à 550 volts est fourni directement par les usines génératrices aux diverses lignes en exploitation.

Pour les Métropolitains de Londres et de Paris, on a préféré établir des stations de transformation pour l'alimentation du réseau de traction.

L'usine du Métropolitain de Paris située à Bercy comprendra 4 unités de 1 500 kilowatts dont 2 à courant continu alimenteront directement les portions de la ligne voisine de l'usine et les deux autres à courants triphasés sous 5 000 volts; une sous-station située près de l'Arc de Triomphe de l'Étoile contiendra 8 transformateurs réducteurs de tension et 3 commutatrices.

Citons, pour terminer, ce qui est relatif à la traction les expériences faites par la Compagnie de P.-L.-M. sous la haute direction de notre distingué vice-président M. Baudry. Cette Compagnie a fait construire une locomotive à accumulateurs, non pas dans l'intention de se servir d'accumulateurs, mais dans le but de se rendre compte des avantages de la traction électrique. Les résultats obtenus ont été très satisfaisants et permettent de conclure que l'exploitation par traction électrique de la nouvelle ligne du Fayet à Chamonix et à la frontière suisse ne présentera aucune difficulté.

Comme nous l'avons dit plus haut, la Compagnie d'Orléans et la Compagnie de l'Ouest appliqueront la traction électrique l'une sur la ligne souterraine de la gare d'Austerlitz à la nouvelle gare du quai d'Orsay et l'autre de la station des Invalides à Versailles.

Les *automobiles électriques* ont pris une importance considérable, et la Compagnie générale des Petites Voitures doit mettre prochainement en service 120 fiacres électriques actuellement en dépôt rue Cardinet.

Nous donnons ci-dessous une statistique des *lignes télégraphiques et téléphoniques* au 1er janvier 1899.

Longueur des lignes télégraphiques du globe	2 651 500 *km*
— téléphoniques —	615 400
Total	3 266 900 *km*
Longueur des fils télégraphiques du globe	8 179 900 *km*
— téléphoniques —	5 154 300
Total	13 334 200 *km*
Nombre total de transmissions électriques intérieures et internationales dans les pays du régime européen et du régime extra-européen	398 283 000

Les distances auxquelles les conversations téléphoniques s'échangent couramment ont atteint 3 000 *km* en Amérique alors qu'il y a quelques années on citait comme une merveille la ligne de Chicago à New-York mesurant 1 520 *km*.

En Europe, il y a beaucoup de lignes de 800 à 1 000 *km* et au-dessus; celle de Paris à Marseille a 800 *km* environ, celle de Berlin à Budapest, 970, et celle de Berlin à Memel, 1 012.

Nous rappellerons seulement ici la magistrale conférence du 24 février dernier, dans laquelle M. Paul Janet, directeur de l'Ecole supérieure d'électricité, nous a parlé des *oscillations électriques* et de leur application à la *télégraphie sans fil*.

Certains inventeurs cherchent à réaliser une *lampe électrique* à faible consommation, et le problème paraît avoir été résolu par M. Auer. Cet

inventeur, à qui l'on doit les manchons à incandescence, a construit des lampes à filaments d'osmium et d'iridium qui, pour une même quantité d'énergie électrique dépensée, fournissent une quantité de lumière environ deux fois plus grande que les lampes actuelles ; mais ces lampes sont d'une fabrication délicate et coûtent fort cher.

M. Nernst a fabriqué une lampe constituée par une tige en matériaux réfractaires dont les résultats sont très satisfaisants.

La fabrication du *carbure de calcium* augmente de jour en jour, mais un nouveau procédé dû à M. Linde permettrait, parait-il, d'obtenir ce composé par la combustion directe du charbon dans l'oxygène en présence de la chaux.

L'*aluminium*, bien que produit maintenant à bas prix, ne voit pas augmenter ses débouchés.

Nous terminerons ici cette revue rapide, et nous nous excusons à l'avance des omissions que nous avons pu commettre.

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

FÉVRIER 1899.

Rapport de M. A. BRULL sur **le générateur Niclausse.**

Le générateur Niclausse appartient à la classe des chaudières formées de tubes contenant l'eau et la vapeur. Il présente une disposition particulière ayant pour objet d'assurer la circulation et basée sur le principe du tube Field. Il y a un tube extérieur soumis à l'action du feu et un tube intérieur concentrique au premier.

Ce système se prête parfaitement à l'emploi des pressions élevées en usage aujourd'hui. La vaporisation varie de 16 à 20 *kg* par mètre carré de surface de chauffe; elle a pu atteindre 54 *kg* avec tirage forcé sans dommage pour l'appareil. Le nettoyage est facile. Ce système a, comme on voit, reçu de nombreuses applications, tant comme générateur fixe que comme chaudière marine.

Rapport de M. A. BRULL sur **le déverseur de vapeur** de MM. MULLER et ROGER.

On a quelquefois dans les grandes usines deux sources de production de vapeur fonctionnant à des pressions différentes. S'il y a parfois sur production de vapeur aux chaudières ayant la pression la plus élevée, il est désirable d'utiliser cet excès de vapeur pour le service de la plus faible pression, au lieu de le laisser perdre inutilement par les soupapes de sûreté.

Le déverseur de vapeur a pour objet de remplir ce desideratum; c'est un limitateur de pression pour la batterie de générateurs à haute tension; il est réglé pour une pression déterminée, naturellement inférieure à celle que limitent les soupapes de sûreté; dès que cette pression est atteinte, l'appareil livre passage à la vapeur et la déverse dans la canalisation à basse pression.

Le déverseur est formé d'une soupape équilibrée double avec ressort antagoniste dans le genre des détendeurs de vapeur. Il est employé dans plusieurs sucreries où il donne de bons résultats.

Rapport de M. ED. BOURDON sur un **embrayage à friction et à enclenchement simultané par verrou**, de M. ETIENNE ROMAN.

Le caractère essentiel et distinctif de cet appareil réside dans une combinaison d'organes qui, au moyen d'une manœuvre unique, produit deux résultats successifs : d'abord un embrayage provisoire par friction et ensuite l'embrayage définitif par la pénétration de verrous dans les

encoches d'une couronne dentée. Ce système agit sans aucun choc et produit une adhérence plus considérable que les embrayages à friction simple.

Étude sur **l'influence de la température sur les propriétés des alliages métalliques**, par M. G. Charpy.

Dans les essais qui font l'objet de cette note, on s'est préoccupé surtout d'étudier la variation à chaud de qualités qui avaient été rarement envisagées jusqu'ici. et on a cherché à enregistrer automatiquement le diagramme de l'essai de traction à différentes températures, de manière à pouvoir suivre les variations de la limite élastique ; on a aussi effectué des essais en choc en vue d'étudier la fragilité à chaud.

Les essais ont porté sur les alliages de cuivre et de zinc, de cuivre et d'étain, de cuivre et d'aluminium, de cuivre et de nickel, ainsi que quelques aciers et alliage de fer et de nickel. De nombreux tableaux et relevés graphiques donnent les résultats de ces divers essais.

Étude géologique et agricole des terrains du département de la Lozère, par M. Ernest Cord, Ingénieur agronome.

Il n'y a dans ce numéro qu'une partie de ce mémoire extrêmement développé et dont nous ne saurions donner une idée dans un compte rendu comme celui-ci.

Nouvelles recherches sur les produits de combustion du gaz d'éclairage, par M. le Dr Grehant, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

L'auteur débute par exposer les procédés qu'il emploie pour le dosage de l'acide carbonique, de l'oxygène et de l'oxyde de carbone, et étudie ensuite la composition des produits de la combustion dans divers appareils utilisant le gaz d'éclairage, tels que le bec papillon, le réchaud à gaz, le bec Bengel, le bec Auer, etc.; il examine enfin dans quelles conditions le gaz, en brûlant, dégage de l'oyde de carbone.

Sur **l'explosibilité de l'acétylène aux basses températures** par M. Georges Claude. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

L'auteur signale l'énorme faculté de dissolution de l'acétylène dans l'acétone aux très basses températures, 2 000 fois le volume de l'acétone à —80°. Un fil de platine porté au rouge par un courant électrique ne provoque pas la décomposition explosive. Il est également reconnu que l'acétylène liquide à — 80° n'est pas décomposé avec explosion par un fil de platine maintenu au rouge.

Sur **les alliages de fer et de nickel,** par M. F. Osmond. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

L'auteur étudie le point de transformation des alliages de fer et de nickel contenant de 50 à 100 0/0 de ce dernier. Il a constaté que l'addition de fer au nickel relève le point de transformation du nickel, tandis que l'addition du nickel au fer abaisse les points de transformation du fer.

Ce fait pourrait indiquer une différence de signe dans les changements de volumes qui accompagnent les transformations des deux métaux. C'est une étude à faire.

Sur **la torsion permanente et le point de recalescence de l'acier**, par M. G. Moreau. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

L'auteur a constaté expérimentalement que les lois de la torsion relatives à l'acier sont analogues à celles du fer doux. La seule différence est que la torsion permanente apparait beaucoup plus tard dans l'acier. La constante K dans la formule de torsion varie très rapidement au voisinage du point de recalescence et du point de trempe maxima et elle fournit un nouveau procédé pour fixer exactement ces deux points.

Notes de mécanique.

Nous signalerons d'abord une note sur les tuyaux en bois américains, question que nous avons déjà traitée plusieurs fois dans nos chroniques; une description très détaillée de la machine compound à simple effet Westinghouse ; une note sur la fabrication mécanique de villebrequins aux États-Unis et une autre sur l'unification des chaînes d'automobiles.

ANNALES DES MINES

12me livraison de 1898.

Commission du grisou. — Rapport sur un **nouvel allumeur de sûreté,** système Davey, Bickford, Smith et Cie, présenté à la commission par M. G. Chesneau, Ingénieur en chef des mines.

Cet allumeur permet d'allumer la mèche dans une atmosphère grisouteuse et de l'abandonner immédiatement. Ce résultat est obtenu par l'emploi d'une capsule amorce spéciale présentant en petit la disposition d'une lampe Davy. Les expériences faites sur ce système ont indiqué que cet allumeur présente un haut degré de sécurité, tout en permettant un allumage rapide des coups de mines.

Bulletin des travaux de chimie exécutés en 1896 par les Ingénieurs des mines dans les laboratoires départementaux.

Bulletin des accidents d'appareils à vapeur survenus pendant l'année 1897.

Il y a eu, en 1897, 45 accidents survenus à des appareils à vapeur; ces 45 accidents ont causé la mort de 26 personnes et des blessures à 26 autres.

Si on répartit ces accidents par espèce d'appareils, on en trouve 26 pour des chaudières chauffées en tout ou partie à l'extérieur, dont 15 à des chaudières à petits éléments, 8 à des chaudières non chauffées à

l'extérieur, 1 à un réchauffeur et 10 à des récipients. Les 15 accidents de chaudières à petits éléments ont tué 3 personnes et blessé 3 autres, et les 10 accidents survenus à des récipients ont amené la mort de 15 personnes et des blessures à 14.

Au point de vue des causes présumées des accidents, on trouve que 19 accidents sont dus à des conditions défectueuses d'établissement, 19 à des conditions défectueuses d'entretien, 18 à un mauvais emploi des appareils et 6 à des causes non précisées. Le total étant de 62, on voit que, dans un certain nombre de cas, l'accident a été attribué à la coexistence de plusieurs causes.

SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINERALE

Février 1899.

Réunions de Saint-Étienne.

Séance du 4 février 1899.

Communication de M. Petit sur **l'équilibre des descenderies de remblais** et la substitution des chaines aux câbles contrepoids.

On a employé différents moyens pour régulariser la descente des remblais, freins à frottement, roues à palettes tournant dans une bâche pleine d'eau, contrepoids, etc. Ces contrepoids ont été souvent constitués par des câbles dont l'usure est extrêmement rapide, sans parler d'autres inconvénients assez graves.

Il y a un intérêt réel à remplacer ces câbles par dés chaines dont le poids par mètre courant est bien plus considérable; ces chaines pèsent 12 *kg* par mètre courant, tandis que le poids de câbles de 48 *mm* de diamètre n'est que de 6,10 *kg*.

Il y a, pour ces installations, à prendre certaines précautions dont le détail est donné dans la note.

Communication de M. Rodde sur **les câbles galvanisés.**

Des observations sur les fréquentes ruptures de fils dans des câbles à grande résistance à fils clairs ont indiqué une transformation du métal qu'on peut attribuer en partie à l'écrouissage et en partie à l'absorption par le métal de l'hydrogène à l'état naissant provenant de la décomposition par le fer de l'eau un peu acide. L'emploi du fer galvanisé a donné de bons résultats à cet égard.

Compte rendu de **la course géologique de l'École des Mines** en 1898.

Cette course, exécutée du 6 au 14 juin, avait pour objet l'étude d'une coupe complète du Jura de l'ouest à l'est, de Lons-le-Saunier à Gex, au double point de vue de la stratigraphie et de la disposition tectonique de la region.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE

Bulletin de janvier 1899.

Rapport annuel, présenté par M. Ad. Feer, secrétaire.

Les recettes de l'exercice 1898 se sont élevées à M. 72 983.56, dont 23 404 provenant des cotisations, 12 080 des loyers et 29 291 des intérêts des titres.

Les dépenses ont été de M. 75 738,52, dont 9 547 pour l'impression du bulletin, 9 399 pour les traitements des agents; les dépenses courantes se montent à M. 38 719, les subventions aux écoles et prix à 28 718, et des dépenses extraordinaires pour réfections à l'hôtel de la Société à M. 8 300; les dépenses dépassent donc pour cette année les recettes de M. 2 755.

Notice historique sur l'école de dessin, 1829-1899, par M. Alfred Favre.

L'école comptait 26 élèves en 1833 et 210 en 1885. Les dépenses étaient de 5 000 *f* en 1833, de 6 000 en 1856; en 1895 elles ont atteint 19 200 *f*.

A côté des services rendus à l'industrie du pays pendant soixante-dix ans, l'École de dessin de la Société industrielle a été d'une très grande utilité pour la population de Mulhouse en ouvrant des carrières assez lucratives pour les élèves bien doués.

De l'action des quelques corps oxydants sur la **dissolution de l'or dans les cyanures alcalins**, par MM. Noelting et Forel.

Simple procédé d'éthérification par un radical acide des phénols et aldéhydes et acétylation rapide des amines aromatiques négativement substituées, par M. Georges Freyss.

Note sur la **détermination du rendement des dynamos à** courant continu, par M. C. Pierron.

L'auteur passe en revue les diverses méthodes qu'on peut employer pour déterminer le rendement des dynamos, c'est-à-dire, le rapport de la puissance électrique recueillie aux bornes à la puissance mécanique fournie à la dynamo, et insiste sur la méthode de Swinburn qui est la plus communément usitée et qui consiste à évaluer séparément : 1° les pertes par frottement mécanique, hystérésie et courants de Foucault; 2° la puissance électrique nécessaire à l'aimantation des pièces polaires, et 3° les pertes par résistance ohmique de l'induit.

La manière dont on mesure la résistance de l'induit donne lieu à certaines objections; on mesure cette résistance au repos, et est-il sûr que la résistance de contact soit la même en marche qu'à l'arrêt?

Pour élucider cette question, l'auteur a cherché à déterminer la résistance de contact par des expériences spéciales qui lui ont fait reconnaître que :

1° La résistance de contact des balais en charbon avec une surface cylindrique unie en cuivre est minimum au repos. Elle augmente à la mise en marche et diminue au fur et à mesure que la vitesse augmente, mais en restant toujours plus grande qu'au repos, l'écart maximum est d'environ 13,5 0/0 à froid et 18 0/0 à chaud.

2° L'échauffement des balais, dont la résistance spécifique diminue avec la température, amène une diminution de la résistance de contact d'environ 13,8 0/0 au repos et de 10 0/0 en pleine vitesse.

La note conclut qu'en mesurant la résistance totale du circuit induit intérieur d'une dynamo avec balais en charbon *au repos*, on commet une erreur qui n'intéresse que d'une façon insignifiante le rendement réel de la machine; cette erreur, d'ailleurs, est toujours positive, c'est-à-dire, qu'elle conduit à un rendement légèrement supérieur au rendement réel.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 9. — *4 mars 1899.*

Appareils pour le magasinage et la manutention des marchandises en grandes masses, par M. Buhle *(suite)*.

Aperçu sur le calcul statique des éléments constitutifs des poutres à double treillis, par W. Dietz.

Questions de patentes d'invention, par Köhn von Jaski.

Explosions de volants, par J. Goebel.

Calcul des profils transversaux des poutres avec charge oblique, par Rob. Land.

Groupe de Franconie et du Haut-Palatinat. — Architecture métallique.

Bibliographie. — Chauffage des chaudières en vue d'une combustion sans fumée, par F. Haier.

Correspondance. — Expériences de Taylor sur le balancement des machines marines.

N° 10. — *11 mars 1899.*

Notice nécrologique sur H. Kirchweger.

Machine à fraiser à arbre vertical, construite par la fabrique de machines-outils et fonderie E. Rendel, à Magdebourg-Sudenbourg.

Appareils pour le magasinage et la manutention des marchandises en grandes masses, par M. Buhle *(fin)*.

Calcul de la résistance des pièces courbes, par A. Bautlin.

Explosion de chaudière à Splitten près Tilsitt, par Rolin.

Le VIIe congrès international de navigation, à Bruxelles, par M. A. Rudolph *(fin)*.

Groupe de Berlin. — Voyage d'études aux États-Unis.

Groupe de Hambourg. — Installations d'épuration d'eau.

Bibliographie. — Le pont sur le Rhin, à Bonn, ouvrage publié par la Ville de Bonn.

Correspondance. — Pompe à air verticale sans clapet de pied pour condenseur.

N° 11. — *18 mars 1899.*

Notice nécrologique sur Georg Gregor.

Expériences sur des moteurs à gaz, au point de vue de l'influence de la compression, par E. Meyer.

Moteurs électriques à courants alternatifs, par O. Lasche.

Coût de la production de la force motrice, par M. Holz.

Correspondance. — Détermination graphique de la résistance à la rupture des pièces droites.

N° 12. — *25 mars 1899.*

Les nouveaux ponts sur le Rhin à Bonn et à Dusseldorf.

Expériences sur les assemblages à brides pour tuyaux, par C. Bach.

Expériences sur des moteurs à gaz, au point de vue de l'influence de la compression, par E. Meyer *(suite).*

Expériences calorimétriques faites au laboratoire de la Société pour la surveillance des chaudières à vapeur à Magdebourg, par L. C. Wolff.

Groupe de Hanovre. — Congrès international de navigation à Bruxelles. — Construction métallique du Palais du Reichstag, à Berlin. — Le canal du Mittelland.

Correspondance. — Questions de patentes d'invention. — Expériences de Taylor sur le balancement des machines marines. — Explosions de volants.

INFORMATIONS TECHNIQUES[1]

Ire SECTION

Travaux publics, chemins de fer, navigation, etc.

1. — **Pont pour ligne à voie étroite.** — Le plus grand pont qui existe actuellement pour la voie de 1 *m* (2) vient d'être terminé dans l'Inde. Il porte le nom de pont Elgin et franchit la rivière Cogia à Bahram Ghat. Sa longueur totale est de 1 127 *m* et est divisée en 17 travées de 61 *m* de portée chacune. La construction de cet ouvrage d'art a entraîné des travaux accessoires considérables, car à l'emplacement du pont, le cours d'eau a un lit très mal délimité, il se déplace en effet quelquefois de 180 *m* dans une année.

Le terrain est formé de sable jusqu'à la profondeur de 30 *m*. On a procédé d'une manière originale, on a construit le pont en pleine terre et on a, par des endiguements, forcé la rivière à passer sous le pont. Les fondations des piles ont 8 *m* de diamètre et sont descendues à 27 *m* au-dessous des plus basses eaux. Chacune des travées de 61 *m* pèse 250 *t*. (*Engineering* 24 février 1899, page 247.)

2. — **Tunnel du Simplon.** — Suivant le bulletin mensuel des travaux, la galerie d'avancement avait, à la fin de février, une longueur de 898 *m*, dont 629 *m* du côté suisse et 260 *m* du côté italien.

En février, on a creusé 251 *m*, soit 156 *m* du côté suisse — 5,57 *m* par jour en moyenne — et 96 *m* du côté italien, soit 3,43 *m* par jour en moyenne.

Du côté suisse, la galerie traverse des couches argileuses, veinées de quartz.

Depuis le 18 février, deux perforatrices travaillent du côté suisse. (*Journal de Genève* du 6 mars 1899.)

3. — **Utilisation des anciens tunnels.** — Le tunnel de Law-Hill, à Dundee, va être vendu pour être transformé en carrières à champignons.

Le tunnel de Scotland Street, à Edimbourg, qui avait été établi pour le chemin de fer d'Edimbourg à Perth et à Dundee et appartient au North British Ry, a été abandonné depuis longtemps, parce qu'il avait été fait avec une trop forte inclinaison en vue de la traction funiculaire; il est, depuis une dizaine d'années, utilisé pour la culture des champignons, pour laquelle il réussit admirablement. On en récolte 5 000 livres, soit, 2 265 *kg* par mois. (*Railway Engineer*, mars 1899, page 87.)

(1) Cette partie est faite avec la collaboration de M. G. Baignières, Membre du Comité, et de MM. P. Jannettaz, R. Soreau, G. Courtois et L. Périssé, Secrétaires.

(2) Nous avons parlé, dans les Comptes rendus de février, page 330, du pont en construction sur le Fleuve Rouge pour le chemin de fer à voie de 1 *m* d'Hanoï à la frontière chinoise. Ce pont aura 1 680 *m* de longueur.

4. — **Trains arrêtés.** — Cette rubrique est spéciale aux États-Unis et concerne les trains arrêtés par des brigands dits *train robbers*.

D'après l'*Express Gazette*, les faits de cette catégorie donnent pour l'année dernière, les chiffres suivants : Nombre de trains arrêtés 28 ; voyageurs et employés tués, 5 ; voyageurs et employés blessés, 4 ; brigands tués 5, brigands blessés, 6.

Le nombre total des trains arrêtés pendant les neuf dernières années s'élève à 246 ; le total des voyageurs et employés tués à 88, et le total correspondant des blessés à 77. (*Railway Engineer*. Mars 1899, page 67.)

5. — **Action de l'eau sur les ciments.** — D'après M. A. Stutzer, certaines eaux douces, contenant de l'acide carbonique, peuvent exercer sur les ciments une action similaire à celle de l'eau de mer ; le fait a notamment été constaté dans les réservoirs d'alimentation de deux villes de la vallée du Rhin, dans laquelle les sources gazeuses carboniques sont très nombreuses.

Dans les cas de l'espèce, il est donc prudent d'exiger que le ciment à mettre en œuvre satisfasse aux conditions que l'on prescrit pour son emploi à la mer. Ainsi que le recommande M. Michaëlis, il conviendra, en outre, d'ajouter au mortier des matières riches en silice hydraulique, capables de saturer la chaux que contient le ciment, ou celle qui devient libre au moment de la prise. (*Annales des Travaux publics de Belgique*, 1er fascicule de 1899, page 114.)

6. — **La technolithe.** — Tel est le nom d'une pierre artificielle, inventée par M. Hanneman, en 1895. Elle est formée d'un mélange de goudron de houille (500 *kg*) et de soufre (10 à 40 *kg*), suivant le degré de dureté à atteindre. Le mélange est chauffé jusqu'à ce que la réaction vive cesse. Alors on ajoute à la masse pâteuse du chlorure de chaux (12 *kg*), finement tamisé. Après refroidissement, le produit ainsi obtenu est moulu et mélangé à du laitier de haut fourneau, granulé, également moulu. Cette poudre est comprimée sous une pression hydraulique de 200 *atm*, pour former des pavés. Le poids spécifique est de 2,20. La résistance à l'écrasement est de 143 *kg* par centimètre carré. La résistance à l'usure est de 3,40 à 3,10, contre 6,50 à 6,02 pour le granit de Suède.

Une application a été faite, comme pavage, en 1897, à Berlin, sur 4 000 m^2, dans la Postdamstrasse, qui est une artère principale. Ce pavage est insonore et n'est pas glissant.

Les principaux avantages seraient les suivants :

1° Coefficient d'usure relativement minime ;

2° Résistance aux variations de température ;

3° Résistance à l'écrasement double de celle de l'asphalte ;

4° La masse présente une certaine rudesse, les pavés étant néanmoins insonores ;

5° Elle est absolument imperméable ; les joints où peuvent s'introduire les ordures et l'humidité sont insignifiants ; le nettoyage peut se faire facilement et complètement.

D'après les renseignements fournis par les concessionnaires du brevet,

le prix de revient de la technolithe serait de 20 à 33 0/0 inférieur à celui de l'asphalte naturelle comprimée. *(Annales des Travaux publics de Belgique,* 1[er] fascicule de 1899, page 110.)

7. — **Les occlusions siphoïdales et l'aération des canalisations d'eaux usées.** — Tel est le titre d'une conférence faite. par notre Collègue M. A. Vaillant, architecte, à la Société des Ingénieurs et Architectes sanitaires de France, et relativement à laquelle il a adressé, tout récemment, à la même Société, une note complémentaire. Cette conférence relatait les expériences, faites à Cologne, au sujet de l'aération des canalisations d'eaux usées dans les maisons, par MM. A. Unna, Ingénieur municipal, et Maniewski, Architecte de la Direction de police de Cologne. Ces expériences avaient été provoquées par le remaniement de l'ordonnance de police de Cologne, sur l'assainissement des maisons, et en particulier de l'article 9 de cette ordonnance, dans lequel il était prescrit que tout tuyau de descente d'eau usée devait être prolongé au-dessus du toit et que tout siphon devait avoir une ventilation spéciale.

L'utilité de ces prescriptions avait été contestée.

C'est ce qui donna lieu à ces expériences très longues et très minutieuses qui portèrent sur l'écoulement des eaux dans les tuyaux de descente et les siphons et les mouvements d'air qui en résultent.

Elles aboutirent aux conclusions suivantes:

Nécessité de pratiquer une circulation libre de l'air dans toute l'étendue de l'appareil d'évacuation des eaux d'une maison en prolongeant au-dessus du toit tous les tuyaux de chute et de descente, de façon à former un appel puissant d'air, qui des toitures aboutisse à l'égout;

Et inutilité de l'aération secondaire des siphons, sauf dans des cas particuliers, comme lorsque le diamètre des tuyaux de descente n'est pas supérieur à celui des siphons, lorsque les siphons des cuvettes sont éloignés de plus de 1 *m* de la descente, etc.

Dans sa note complémentaire, M. Vaillant rend hommage à la méthode avec laquelle ces expériences ont été conduites; pourtant, il ne les juge pas assez complètes malgré les résultats obtenus, et il propose à la Société des Ingénieurs et Architectes sanitaires de France de les reprendre. *(L'Architecture,* n[os] 50 et 53, année 1898, et n[os] 4 et 8, année 1899.) G. C.

8. — **Le métal déployé.** — Une application intéressante du procédé de construction, désigné sous ce nom, se fait en ce moment dans plusieurs des Palais de l'Exposition de 1900, situés au Champ-de-Mars.

Il consiste à emprisonner dans du plâtre ou du ciment un réseau métallique obtenu en pratiquant dans une plaque de tôle des entailles parallèles interrompues et alternées. En étirant ensuite cette feuille de tôle, en la *déployant*, on obtient un véritable filet métallique qui sert d'ossature au plâtre ou au ciment, absolument comme la porte Boswick se déploie quand on la tire par une de ses extrémités.

L'épaisseur de la tôle, la dimension des mailles varient suivant la résistance à obtenir et la surface à couvrir.

On peut se servir de ce système, soit pour des remplissages de pans de bois ou de fer, comme au Palais des Mines et de la Métallurgie de M. Varcollier, soit pour des hourdis de planchers, comme au Palais de l'Électricité de M. Hénard, soit enfin même pour de véritables constructions comme pour les dômes du Palais des Sciences, des Lettres et des Arts, de M. Sortais.

La flexibilité de ce grillage lui permet d'épouser toutes les formes architecturales possibles, tout en conservant une résistance suffisante. L'épaisseur de la paroi de plâtre, armé de métal déployé, est de 0,03 *m*.

Une communication sur ce nouveau procédé de construction sera faite prochainement à notre Société, et sera suivie de visites aux chantiers du Champ-de Mars et à l'usine de la Compagnie. G. C.

IIe SECTION.

Mécanique et ses applications, locomotives, machines à vapeur, etc.

9. — **Nouvelle formule pour la résistance des trains.** — M. John Lundie, Ingénieur conseil à Chicago, a tiré de nombreuses expériences faites sur le South Side Elevated R.R. à Chicago, une nouvelle formule pour la résistance des trains de chemins de fer. Il a opéré par une méthode consistant à observer le chemin parcouru jusqu'à l'arrêt par un train ou un véhicule animé d'une vitesse connue à l'origine du parcours. Cette méthode, que les Américains désignent sous le nom de *coasting* est connue depuis longtemps, mais les expériences de M. Lundie et les résultats obtenus par lui n'en sont pas moins intéressants.

La formule proposée est la suivante :

$$R = 4 + S\left(0{,}2 + \frac{14}{35 + T}\right),$$

dans laquelle R est la résistance en livres par tonne de 2 000 livres, S la vitesse en milles à l'heure, et T le poids du train ou du véhicule en tonnes de 2 000 livres.

Si on calcule les résistances en mesures métriques pour des vitesses de 30 milles, soit 8 à 48 *km* à l'heure, on trouvera les valeurs suivantes pour un train de 100 *t* légères soit 90 000 *kg* environ.

8 *km*	2,55 *kg*	32 *km*	5,00 *kg*
16	3,50	40	5,20
24	4,25	48	6,55

Ces chiffres sont sensiblement les mêmes que ceux que donne la formule bien connue de D. K. Clark :

$$R = \frac{S^2}{171} + 7{,}16.$$

Pour les trains plus lourds et surtout pour les gros trains de mar-

chandises, elle donnerait des résultats exagérés. On a constaté pour des trains de plusieurs milliers de tonnes sur le New-York-Central des résistances descendant à 4 livres par tonne pour une vitesse de 32 *km*, ce qui correspond à 2,01 *kg* par 1 000 *kg*. (*Street Railway Journal*, février 1899, page 96.)

10. — **Traversée rapide du continent américain.** — Depuis le 1er janvier il a été établi un service postal rapide entre New-York et San-Francisco par les lignes du New-York-Central, du Lake Shore and Michigan Southern, Chicago, Burlington and Quincy, Union Pacific et Central Pacific. Le train parti le 1er janvier de New-York est arrivé à San-Francisco le 5, ayant fait le parcours de 4 887 *km* en 98 h. 1/2. C'est donc une vitesse moyenne pour toute la distance de 49,62 *km* à l'heure, sans déduction pour les nombreux arrêts et la traversée de Chicago d'une gare à l'autre par des fourgons postaux. Ces diverses causes de perte de temps réduisent le temps réel du parcours à 96 heures, ce qui donne une vitesse moyenne de marche de 50,9 *km* à l'heure.

Le mauvais temps et l'abondance de la neige ont causé des retards à certains moments; mais ces retards ont été rattrapés et le parcours a été, en définitive, effectué dans le délai prévu.

Les vitesses ont atteint un maximum de 97 à 120 *km* à l'heure.

Le train était composé de six fourgons postaux et une voiture pour les agents du train. On devait faire le trajet de New-York à Albany, 230 *km* sans arrêt, mais le froid intense ayant gelé les gouttières des prises d'eau en route, le train a dû stopper trois fois pour alimenter le tender, ce qui a causé un premier retard de 33 minutes. Durant le trajet on a changé dix-huit fois de machines.

Ce train est quotidien dans chaque sens, et on se propose d'en accélérer encore la marche de manière à atteindre une vitesse moyenne pour le parcours total de 64 *km* à l'heure. Les lettres mises à la poste le lundi à New-York et qui sont actuellement distribuées à San-Francisco le vendredi pourront l'être le jeudi après midi. (*Engineer*, 10 février 1899, page 144.)

11. — **Nouvelle locomotive express du Lancashire and Yorkshire Ry.** — Cette machine étudiée et construite par M. Aspinall, chef du service des locomotives du Lancashire and Yorkshire Ry, est peut-être la plus puissante locomotive express qui existe en Angleterre.

Elle a cinq essieux, savoir : un bogie à l'avant, deux essieux couplés sous le corps cylindrique et un essieu porteur sous le foyer. Voici les éléments principaux. Cylindres intérieurs à enveloppes de vapeur 482 × 660, roues de 2,211 *m*. La grille a 2,43 m^2 de surface et la chaudière 16,40 de surface directe et 174.6 de surface tubulaire soit une surface totale de 191 m^2. Elle contient 239 tubes en acier de 4 575 *m* de longueur et 50,4 *mm* de diamètre extérieur. L'axe du corps cylindrique est à 2,71 *m* au-dessus du rail. La pression est de 12,4 *kg* par centimètre carré. La distribution est du système Joy, les tiroirs sont au-dessus des cylindres avec échappement direct par le dos du tiroir

(système proposé et essayé avant 1850 par notre Collègue M. Desgrange sur une locomotive du chemin de fer d'Amiens à Boulogne).

La machine pèse en service 58 900 *kg* dont 12 450 sur le bogie et 35 500 *kg* sur les deux essieux accouplés. Le tender à trois essieux contient 10 400 *l* d'eau et 5 *t* de charbon ; il pèse en charge 30 700 *kg*. La machine avec le tender a un poids total de 90 000 *kg* en nombres ronds. La faible capacité relative du tender s'explique par la présence d'une cuiller pour prendre de l'eau en cours de route. (*Engineer*, 17 mars 1899, page 258.)

12. — **Longerons de locomotives en acier coulé.** — L'emploi des longerons en acier coulé pour les locomotives se répand aux États-Unis. Les ateliers Baldwin ont en construction 25 locomotives type *Consolidation* pour l'Atchison, Topeka and Santa Fe R.R. qui auront des longerons de ce genre. Ces pièces ont 7,75 *m* de longueur, et ont pour terminer, des sections de 102 sur 89 à 140 *mm*. Chaque longeron pèse brut environ 1 800 *kg*. On ne peut les couler absolument droits, surtout à cause de la grande longueur, de sorte qu'il est nécessaire de les redresser avant de les mettre sur la machine à raboter, mais cette opération n'est pas plus difficile que celle analogue qu'on pratique sur les longerons en fer après la soudure des différentes parties. Le travail d'ajustage ne coûte pas plus qu'avec ceux-ci ; seulement l'outil doit marcher un peu plus lentement et avec moins de prise à la fois. Un certain nombre de locomotives de la même ligne ont déjà des châssis en acier coulé qui donnent toute satisfaction. (*Iron and Coal Trades Review*, 17 mars 1899, page 459.)

13. — **Heinrich Kirchweger.** — Le 19 janvier dernier est mort un des vétérans de l'industrie des chemins de fer en Allemagne, H. Kirchweger. Nous croyons devoir consacrer quelques lignes à la mémoire de cet Ingénieur bien connu par les tentatives qu'il fit pour appliquer la condensation aux locomotives.

Kirchweger était né, en 1809, à Stettin ; il sortit, en 1827 de l'Institut industriel de Berlin et entra, en 1831, à la fabrique de machines de Henschel à Cassel.

Il fut nommé, en 1838, *maschinenmeister* du chemin de fer de Leipzig à Dresde, puis au chemin de fer saxo-bavarois et passa, en 1843, au chemin de fer de l'État de Hanovre, où il resta jusqu'en 1867, époque à laquelle il prit sa retraite après l'annexion du Hanovre à la Prusse.

En 1871, Kirchweger réalisa une disposition par laquelle une partie de la vapeur s'échappant de la locomotive était conduite au tender par des tuyaux, et était condensée dans les caisses à eau ; l'excédent sortait par une cheminée qui surmontait le tender. Cette disposition fut appliquée d'une manière beaucoup plus large qu'on ne le suppose. Nous avons trouvé une liste comprenant 128 locomotives munies de ce système, et appartenant à divers chemins de fer allemands, par exemple : 22 aux chemins de la haute Silésie, 21 à celui de Berlin à Stettin, 60 aux lignes de l'État de Hanovre, etc. On indiquait une économie allant de 10 à 20 0/0 sur le combustible et d'à peu près autant sur l'eau consom-

mée. L'introduction de l'injecteur en remplacement des pompes alimentaires fit renoncer à cette disposition qui fut employée surtout de 1852 à 1860 (1).

Kirchweger fut un des membres du Jury chargé de juger les locomotives du concours du Semmering en 1852. Il avait lui même présenté un projet de machine articulée basé sur l'emploi d'un faux essieu (Voir Bulletin de Mai 1894, p. 591, et fig. 6, Pl. 106), disposition qui inspira divers systèmes, entre autres celui de la locomotive autrichienne *Steierdorf*.

Kirchweger s'occupa, depuis sa retraite, de diverses affaires industrielles et finit par se retirer à Cassel où il est mort au mois de janvier dernier dans sa quatre-vingt-dixième année. Il avait collaboré à la rédaction de divers ouvrages encyclopédiques sur les locomotives et les chemins de fer, entre autres celui de Heusinger de Waldegg et celui du Dr Roll.

14. — **Essai d'une machine élévatoire de grande puissance.** — La ville de Buffalo vient de mettre en service une machine élévatoire devant donner 115 000 m^3 d'eau par 24 heures. Cette machine a été construite par les Lake Erie Engineering Works, à Buffalo.

C'est une machine verticale à triple expansion à manivelles et volant, cylindres à enveloppe et deux réchauffeurs intermédiaires. Il y a trois pompés à simple effet à plongeurs, commandées chacune par la tige d'un des pistons à vapeur.

Les cylindres ont 0,940 — 1,600 et 2,388 *m* de diamètre avec 1,525 *m* de course, ce qui donne des rapports de volumes de 1 — 2,93 et 6,56.

Un essai officiel prolongé pendant 11 heures a donné une puissance de 399,6 *ch* au premier cylindre, 365,3 *ch* au second et 513,2 *ch* au troisième, soit en tout 1278,1 *ch* indiqués.

La pression à l'admission a été, en moyenne, de 11,05 *kg* par centimètre carré et le vide de 0,665 m^2. La résistance propre de la machine n'a pas dépassé 5 0/0 du travail développé sur les pistons.

La dépense de vapeur tout compris a été, en eau d'alimentation, de 5,35 *kg* par cheval indiqué. La quantité d'eau condensée dans les enveloppes et dans les rechauffeurs intermédiaires, a été trouvée de 14,2 0/0; la consommation de la machine, si on déduit cette eau condensée, ressortirait à 4,593 *kg* par cheval indiqué. Le volume d'eau élevé par 24 heures avec une vitesse de piston de 1,103 *m* par seconde correspondant à 21,7 tours par minute, a été trouvée de 133 923 m^3 par 24 heures. Le rendement par kilogramme de vapeur tout compris ressort à 50 467 et, eau de condensation déduite, à 58 690 *kgm* par kilogramme de vapeur en eau d'alimentation. (*Engineering Record*, 4 mars 1899, p. 310.)

15. — **Presses à forger les plaques de blindage.** — Voici quelles sont les plus puissantes presses employées dans la fabrication des plaques de blindage dans les divers pays du monde.

(1) Au chemin de fer de Leipzig-Dresde, on a conservé l'appareil Kirchweger, jusque vers 1875, en mettant sur les machines une pompe et un injecteur, ce dernier servant pour alimenter pendant les arrêts.

Grande-Bretagne. — Une presse de 12 000 *t* et une de 4 000 aux Forges de Parkhead, à Glasgow.

Une de 12 000 *t*, chez Armstrong, Whitworth et Cie, à Manchester.

Une de 10 000 *t* et une de 3 500 *t* aux Atlas Works, John Brown et Cie, à Sheffield.

Une de 5 000 *t*, aux Cyclops Works, Ch. Cammel et Cie, à Sheffield.

Une de 8 000 *t* et une de 3 000 *t* aux River Don Works, Wickers et Maxim, à Sheffield.

États-Unis. — Une presse de 2 000 *t*, une de 5 000 *t*, une de 7 000 *t*, et une de 14 000 *t* aux ateliers de la Bethlehem Iron Company.

Une de 12 000 *t* aux forges de Homestead de la Carnegie Steel Company.

Allemagne. — Une presse de 5 000 *t*, aux établissements de F. Krupp, à Essen.

Une de 6 000 *t*, aux forges de Dillingen.

Une presse de 4 000 *t* aux Aciéries de Bochum.

France. — Une presse de 10 000 *t* et une de 6 000 *t*, aux forges du Creusot, Schneider et Cie.

Une de 5 000 aux forges de la Loire, Marrel frères.

Une de 6 000 *t*, aux forges de Saint-Chamond.

Autriche. — Une presse de 8 000 *t*, aux usines de Witkowitz, en Moravie.

Russie. — Une presse de 6 000 *t*, aux Aciéries d'Obouchoff, à Saint-Pétersbourg.

On n'a compris, dans cette liste, que les presses de puissance suffisante pour être employées au travail des plaques de blindage, et non les presses de moindre puissance servant à d'autres usages (*Iron and Coal Trades Review*, 3 février 1899, p. 196.)

16. — **Machines compound pour laminoirs.** — Une note de M. J. Smeysters, Ingénieur en chef directeur des mines, sur les laminoirs Fernand Thiébaut et C° à Marchienne au Pont, signale l'emploi d'une machine compound à condensation, construction Zimmermann, pour la commande des trains de laminoirs, machine qui constitue probablement la première application du genre.

Cette machine a des cylindres de 0,56 *m* et 0,90 *m* de diamètre et 1,05 *m* de course. La pression initiale est de 7,5 *atm*; la machine marche à 68 tours par minute, et commande les laminoirs par courroies; la puissance développée est de 300 *ch*. La vapeur est fournie par 6 chaudières multitubulaires, type de Naeyer.

Grâce à l'emploi simultané de générateurs et de machines économiques, les laminoirs disposent d'une quantité de vapeur supérieure à leurs besoins, et cependant une proportion notable des fours, 4 sur 10, n'est pas utilisée, car ces quatre fours à puddler ne sont pas suivis de chaudières.

On appréciera d'autant mieux les avantages industriels qui dérivent de cette situation, que la plupart des autres établissements, pour faire face au développement de leur production, se trouvent dans l'obligation

de recourir de plus en plus à l'emploi de chaudières, dites de secours. Ici rien de semblable. Une utilisation plus complète et plus rationnelle des flammes perdues et de la vapeur produite a permis de se dispenser de cet expédient. *(Revue Universelle des Mines et de la Métallurgie.* Janvier 1899, page 49.)

17. — **Concours d'automobiles pour poids lourds.** — Un concours d'automobiles pour poids lourds aura lieu en août prochain à Liverpool; il est organisé par la Liverpool Self-propelling Traffic Association. L'objet de ce concours est d'encourager le développement des modèles de fortes automobiles applicables aux transports commerciaux et agricoles et capables de remplacer économiquement les voitures à chevaux et de lutter au point de vue des tarifs avec les chemins de fer sur des distances allant jusqu'à 60 *km* environ.

Les véhicules seront divisés en quatre classes; la charge minima étant de 2 à 6,5 *t* et le poids mort de 2 à 4 *t;* la surface horizontale couverte par la voiture étant de 4,66 m^2 à 10,25 m^2. Les éléments d'appréciation porteront sur l'économie de service, la facilité de contrôle, les conditions de marche, etc.; les voitures pourront être mues par la vapeur, l'huile minérale et l'électricité.

Les véhicules devront être présentés à l'examen du jury le 26 juillet 1899. *(Engineering News,* 16 mars 1899, page 176.)

18. — **Pompe à vapeur à incendie automobile.** — La ville de Boston possède depuis peu un type de pompe à incendie à vapeur qui se distingue par une particularité intéressante. C'est une pompe qui devait donner 5 200 *l* par minute; mais en réalité elle projette le jet d'une lance de 50 *mm* de diamètre à 92 *m* de hauteur verticale.

La particularité que nous signalions est l'addition d'une disposition permettant de rendre l'appareil automobile. L'arbre moteur porte un système différentiel qui, par des chaînes sans fin, actionne des cercles dentés, fixés sur les moyeux des roues d'arrière. Celles-ci peuvent tourner à des vitesses différentes dans les courbes de petit rayon qu'on rencontre aux angles des rues. Le mécanisme est réversible pour que la machine puisse se mouvoir dans les deux sens. Une fois la pompe arrivée sur le lieu de son emploi, un embrayage permet de consacrer tout le travail à la mise en jeu de la pompe.

On peut signaler un progrès d'un autre genre réalisé dans des appareils de même nature à New-York. On a, à titre d'essai, monté la pompe à vapeur n° 23 de bandages en caoutchouc. Cette machine pèse environ 5 *t*. Les résultats ont été jusqu'ici très favorables. Les vibrations lors de la marche en vitesse sont très réduites et les chevaux paraissent avoir beaucoup moins de fatigue. Si l'emploi de ces cercles continue à donner satisfaction, il est probable que leur application aux pompes à incendie à vapeur ne tardera pas à se généraliser. *(Philadelphia Manufacturer.* 1er décembre 1898, page 43.)

19. — **Voiture de livraison Panhard et Levassor, du Concours des Poids Lourds.** — La Société des anciens établisse-

ments Panhard et Levassor a fait concourir en 1898 une voiture de livraison munie des derniers perfectionnements adoptés dans la construction de ces véhicules. C'est à ce titre, qu'il convient d'en dire quelques mots.

La voiture de livraison, comme aspect d'ensemble, rappelle les voitures de dimensions moyennes du Louvre ou du Bon Marché. Elle pèse en ordre de marche 2 *t* et est destinée à transporter une charge utile de 1 *t*. Dans le premier poids, sont compris les approvisionnements ainsi que le conducteur. Les dimensions de la caisse sont de 1,15 *m* × 3,90 *m* avec une hauteur au dessus du sous-sol de 3,00 *m* environ.

L'équipement mécanique est le même que dans les voitures ordinaires de la Société Panhard et Levassor. A l'avant est placé le moteur à 4 cylindres équilibré, d'une force de 8 *ch* dont les dimensions sont :

Diamètre des cylindres.	80 *mm*
Course commune	120
Nombre de tours à vide	810
— en charge.	750

A cette vitesse de régime du moteur, correspondent les vitesses théoriques de la voiture qui sont de 6, 10, 14 et 18 *km* à l'heure.

La circulation d'eau du moteur se refroidit en passant dans une petite batterie de tuyaux à ailettes Grouvelle et Arquembourg placée sur le toit du véhicule, ce qui permet de ne porter qu'une provision d'eau de 70 *l*, tout en réduisant la déperdition à 1 1/2 *l* d'eau par heure de marche en charge.

La transmission se fait par engrenages ; mais au lieu du procédé, quelque peu barbare, qui consiste à mettre en prise 2 dentures au moment du changement de vitesse par glissement latéral, les engrenages sont toujours en prise deux par deux, et l'on vient au moyen d'un verrou spécial solidariser avec l'arbre moteur le pignon correspondant à la vitesse voulue. Ce système diminue le bruit et l'usure des pièces de transmission.

La transmission aux roues d'arrière se fait comme d'ordinaire au moyen d'un arbre différentiel et deux chaines ; les roues, munies d'un bandage de caoutchouc plein, ont respectivement 0,90 *m* à l'avant et 1,2 *m* de diamètre à l'arrière ; les voies ont 1,63 *m* et 1,89 *m*. La direction se fait par l'intermédiaire d'une vis sans fin qui assure une grande sécurité de direction.

Par les dispositions adoptées principalement dans les changements de vitesse, la Société des anciens établissements Panhard et Levassor a cherché à diminuer les dépenses journalières de marche et surtout les dépenses de réparation et d'entretien si élevées parfois dans les voitures mécaniques qui font le dur service des livraisons de la banlieue de Paris ; les premières voitures de livraison utilisées par les grands magasins du Louvre occasionnaient des frais journaliers de réparation s'élevant jusqu'à 15 et 20 *f* par jour pour une dépense totale de 25 à 35 *f* et comme l'indiquait M. Honoré dans une lettre à la Société (1), la question des réparations dans les automobiles est une question primordiale.

(1) Voir Bulletin, séance du 3 décembre 1897.

En ce qui concerne les vitesses constatées pendant le concours, nous avons fait, en attendant les chiffres du rapport officiel, un relevé des heures de départ et d'arrivée pendant les six jours dudit concours, ce qui nous a permis de déterminer les vitesses de la voiture (tous arrêts compris). Celles-ci ont été :

Sur l'itinéraire A de 15,1 *km* et 16,4 *km*.
— B — 12,5 — 10,2 —
— C — 12,9 — 13,8 —

La vitesse de 16,4 *km* a été la plus rapide que l'on ait constatée pendant le concours dans les mêmes conditions ; bien que le facteur « Vitesse » ne soit guère à considérer dans une épreuve comme le concours des Poids Lourds, les chiffres ci-dessus montrent en tous cas la parfaite régularité de marche du véhicule.

Quant aux consommations, elles ont été en moyenne de 1/3 de litre d'essence par kilomètre, ce qui, à la vitesse de 14 *km* à l'heure, correspond à 0,6 *l* par cheval-heure à pleine charge.

Il sera intéressant de signaler, après un an de marche industrielle, les prix de revient de la voiture de livraison perfectionnée qu'il nous a été donné d'admirer au concours des Poids Lourds de 1898 ; nul doute qu'ils ne soient tout à fait à l'honneur de la première maison de construction automobile française. L. P.

III[e] SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, Sondages, etc.

20. — **Sociétés métallurgiques en Suède.** — La plus puissante Société pour la production du fer et de l'acier qui existe en Suède, est la « Stora Kopperberg Borgslag Actiebolag », dont l'origine remonte, dit-on, au XII[e] siècle. Son capital est de plus de 12 1/2 millions de francs. Ses mines, usines et forêts ont une valeur de plus de 40 millions de francs. Cette Société avait fait, il y a quelques années, une annonce dans un journal anglais, annonce où la Société était indiquée comme fondée en 1844, ce qui paraissait déjà, au moins en Angleterre, un âge respectable. Elle réclama en disant qu'il y avait une erreur de chiffre et que la date réelle de la fondation était 1344, soit 500 ans plus tôt.

Naturellement, le développement de cette Société a été graduel ; elle fait actuellement la fabrication du fer dans dix-neuf usines différentes ; l'usine de Domaarfoet, une des plus importantes, est reliée aux forêts de Dal par cinq lignes de chemins de fer pour le transport du charbon de bois, et près de là se trouvent les plus riches gisements de minerai de fer de la Suède.

Depuis 1878, cette mine est la plus considérable du pays. Elle possède trente-trois turbines alimentées par la rivière Dal, lesquelles donnent une force collective de 5000 *ch*. Un tunnel de 300 *m* a été établi pour amener l'eau. Cette puissance est distribuée dans les divers ateliers par tous les moyens connus, air comprimé, eau sous pression, câbles, courroies, courant électrique. Ce dernier est surtout employé. *(Iron and Coal Trades Review*, 10 février 1899, page 233.)

21. — **Production de l'acier aux États-Unis.** — La production de l'acier Bessemer aux États-Unis, en 1898, a atteint le chiffre énorme de 6 909 017 *t* anglaises. C'est la plus grande production qui ait été encore enregistrée; elle dépasse celle de 1897 de 1 333 700 *t*, soit 20,7 0/0, et celle de 1896 de 2 690 000 *t*, soit 68,6 0/0. On peut dire qu'on a fait presque autant d'acier Bessemer en 1898 qu'on avait fait de fonte en 1894.

La Pensylvanie continue à tenir la tête pour la fabrication du Bessemer; elle en a produit 3 402 254 *t*, ou plus de la moitié du total. L'Ohio figure pour 1 489 000 et l'Illinois pour 1 105 000 *t*. Ces trois Etats produisent 90 0/0 du total. C'est très naturel, car ces districts emploient les minerais du Lac Supérieur, et on peut augurer que tant que l'alimentation des aciéries des États-Unis proviendra de cette source, le procédé Bessemer continuera à tenir la première place pour la production de l'acier.

Les chiffres relatifs à l'acier sur sole ne sont pas encore définitivement connus; on sait seulement qu'il y a une forte augmentation dans la production, et il est certain que le total de l'acier produit en 1898 aux États-Unis dépasse le chiffre de 8 500 000 *t*. (*The Engineering and Mining Journal*, 25 février 1899, page 227.)

22. — **Emploi des aimants dans les sondages.** — Dans un forage exécuté près d'Ostroppa, district de Gleiwitz, en Silésie, par la Société d'entreprises de sondage Zollner et C[ie], l'extrémité d'une tige de sonde se rompit à 300 *m* de profondeur, et la présence des débris arrêta les travaux.

Après trois semaines employées en tentatives infructueuses pour retirer ces fragments, on s'adressa au représentant de l'Elektricitäts-Aktien-Gesellschaft, de Berlin, et après une étude de la question, on procéda de la manière suivante: on prit une barre de 1,50 *m* environ de longueur et 70 *mm* de diamètre qu'on entoura de spires de fil isolé par du caoutchouc; on descendit la barre dans le puits, suspendue par un câble contenant un conducteur relié aux spires de fil, formant un circuit dans lequel on fit passer un courant produit par une dynamo actionnée par la locomobile servant à la mise en action des outils de sondage. Ce courant était réglé à 30 ampères.

On réussit, après quelques recherches, à amener l'aimant ainsi constitué au contact des fragments de la tige de sonde, ce qui permit de les remonter à la surface. Il fallut appliquer un effort de 50 *kg* pour détacher la partie brisée. Ce procédé, dont l'utilisation peut être fréquente dans les travaux de sondage, constitue une addition importante à la technologie de cette industrie. (*Scientific American*, supplément, 25 février 1899, page 19365.)

23. — **Les carrières françaises.** — L'activité des carrières en France a été satisfaisante en 1898. Pour les meules à moudre, les pavés de grès, les pierres brutes de construction, l'exportation a augmenté sur l'année précédente; l'importation est restée stationnaire pour les pierres concassées déstinées à l'empierrement des routes et pour les ardoises.

En 1897, le nombre des carrières exploitées a été de 39.000 ; elles ont fourni 42 millions de tonnes représentant une valeur sur place de 216 millions ; les phosphates de chaux y entrent pour 535 000 *t* d'une valeur estimée à 14 millions de francs.

Le nombre des ouvriers employés dans les carrières est de 130 000, dont environ la moitié d'une façon temporaire.

(*Bulletin de l'office du travail*, février 1899.) P. J.

24. — **Les métaux autres que le fer en France, pendant l'année 1898.** — Pour le *cuivre* un ralentissement s'est produit en 1898 dans les importations de minerai ; l'importation nette a été de 5 900 *t* contre 9 900 *t* en 1897 ; de même l'importation du cuivre pur ou allié de zinc ou d'étain qui de 37 000 *t* en 1896 était passée à 44 500 *t* en 1897 est revenue à 41 500 *t* en 1898. Les exportations de cuivre laminé ou battu sont aussi descendues de 2 500 *t* en 1896 à 1 800 *t* en 1898 ; mais l'exportation nette des fils de cuivre de toutes dimensions est passée de 33 800 000 *f* en 1896 à 55 200 000 *f* en 1897, et à 67 900 000 *f* en 1898 ce qui indique une augmentation d'activité dans les usines française qui travaillent le cuivre.

Pour le *plomb*, l'importation des minerais a été de 4 160 *t* au lieu de 1 970 *t* en 1897, tandis qu'en 1896 l'exportation avait dépassé l'importation de 3 000 *t* ; l'importation du plomb désargenté en masses brutes. saumons, barres ou plaques, a été de 39 100 *t* en 1898 contre 44 100 *t* en 1897 ; l'importation du blomb argentifère est restée à peu près constante, avec le chiffre de 32 500 *t*.

Le travail du *nickel* a continué à progresser ; l'importation nette du minerai de nickel a été de 24 900 *t* en 1898, au lieu de 17 300 *t* en 1897 ; mais l'exportation du nickel affiné en lingots ou en masses brutes, qui était de 350 000 *kg* en 1896, est descendue à 127 000 *kg* en 1898.

Pour le *zinc*, l'exportation nette du minerai a été en diminution sensible par suite de l'augmentation de l'importation qui, ayant atteint 60 400 *t* en 1898, a égalé à peu près l'exportation, tandis que l'exportation dépassait l'importation de 22 000 *t* en 1897. Par contre, l'importation nette du zinc en masses brutes, barres ou plaques a diminué : 23 500 t en 1898, contre 28 300 *t* en 1897 ; de plus l'importation nette des limailles du zinc et des vieux ouvrages en zinc, qui était de 1 400 *t* en 1896. n'a plus été que de 650 *t* en 1898 ; mais l'exportation nette du zinc laminé qui était de 5 600 *t* en 1896, est montée à 8 200 *t* en 1898.

(*Bulletin de l'office du travail*, février 1899.) P. J.

25. — **Propriétés de l'aluminium.** — L'aluminium a été longtemps considéré comme présentant une résistance remarquable à la plupart des agants chimiques. M. Ditte vient de démontrer que, en réalité, *cette résistance n'existe pas*. Les propriétés véritables du métal n'ont presque rien de commun avec celles qui paraissent lui appartenir.

Ainsi il est attaqué par l'eau froide, mais les produits de la réaction. l'hydrogène et l'alumine, se déposant à la surface du métal en une couche mince, continue et imperméable, la réaction s'arrête aussitôt.

D'une manière générale tous les acides étendus dissolvent l'alumi-

nium, quoique tous, sauf l'acide chlorhydrique, paraissent n'avoir pas d'action sur lui.

M. Ditte a examiné également l'attaque de l'aluminium par des sels divers, et notamment le chlorure de sodium.

Au point de vue pratique, il conclut que dans ses applications à la fabrication de vases culinaires, d'objets destinés à l'équipement des soldats, il y a lieu de se préoccuper des altérations plus ou moins intenses que le métal est susceptible d'éprouver.

(*Annales de chimie et de physique*, février 1899.) P. J.

26. — **Un nouveau minerai d'uranium.** — MM. G. Friedel et Cumenge ont découvert une nouvelle espèce minérale. Elle se présente en poudre ou masses jaunes faiblement agglomérées et se désagrégeant facilement sous la pression des doigts. Elle se trouve dans des grès ou dans des sortes de mares qui existent à la surface d'un grès et y est accompagnée de chessylite et de malachite. Elle a été trouvée dans le comté de Montrose (Colorado) par M. Poulat, chimiste français. C'est un vanadate d'uranium et de potassium, contenant environ 63 0/0 d'oxyde d'uranium et 20 0/0 d'acide vanadique; on y trouve aussi du fer, de l'aluminium, des traces de cuivre, de baryum et de métaux radiants.

Ce minéral a été appelé *Carnotite* en l'honneur de M. Adolphe Carnot, Inspecteur général des mines.

On en a extrait une dizaine de tonnes.

Comptes rendus de l'Académie des sciences, 27 février 1899. P. J.

27. — **Procédé Mond pour les minerais nickelifères. — Le nickel carbonyle.** — M. le professeur Roberts Austen a fait connaître dernièrement les résultats fournis par le procédé Mond pour le traitement des minerais de nickel.

Ce procédé est fondé sur cette découverte que dans un alliage métallique, seuls le nickel et le fer forment avec l'oxyde de carbone des composés volatils; c'est donc un moyen de se débarrasser du cobalt, du cuivre, etc.

Ce procédé a été monté pour essais industriels à l'usine de Smethwick, près Birmingham.

La matte bessemérisée est grillée à mort; elle contient 35 0/0 de nickel, 42 0/0 de cuivre et environ 2 0/0 de fer. On la traite par l'acide sulfurique qui enlève les deux cinquièmes du cuivre.

Le résidu contient un peu plus de 50 0/0 de nickel. Il est soumis, dans une tour, à l'action de l'hydrogène contenu dans du gaz à l'eau, à la température de 300°, puis traité dans une seconde tour semblable à la première, mais à la température de 100°, par l'oxyde de carbone, qui volatilise le nickel à l'état de nickel carbonyle.

Le nickel carbonyle est décomposé ensuite à la température de 180° et l'oxyde de carbone résultant de cette décomposition sert à une nouvelle attaque.

On obtient ainsi un métal contenant 99.8 0/0 de nickel.

L'usine de Smethwick a fourni 80 *t* de nickel.

En somme les résultats furent tout à fait satisfaisants, et il semble que l'application de ce procédé au district nickelifère de Sudbury pourrait développer l'industrie du nickel au Canada.

(*Institution of Civil Ingeneers*, novembre 1898). P. J.

IV[e] SECTION

Physique, Chimie industrielle, Divers, etc.

28. — **Procédé pour rendre les bois incombustibles.** — Dans une communication devant l'Institut de Franklin, le 16 novembre dernier, M. C. J. Hexamer a décrit un procédé pour rendre incombustibles le bois ou les objets en bois travaillés. Les pièces sont préalablement complètement séchés s'il est nécessaire, puis placées dans un récipient métallique clos avec double enveloppe à circulation de vapeur.

La température doit être un peu supérieure à 100° c. On extrait l'air et on introduit une dissolution de silicate de potasse ou verre soluble qu'on fait pénétrer dans les pores du bois par une pression de 10 *atm* maintenue pendant trois heures. Le succès dépend surtout de l'extraction préalable parfaite de la sève et de l'air de l'intérieur du bois.

On précipite la silice à l'état insoluble dans les pores par une dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque. Cette silice gélatineuse a un effet de préservation très marqué. Ce procédé est peu coûteux. Il est d'ailleurs des cas où la dépense est une question secondaire. Ainsi des événements récents ont fait reconnaître la nécessité absolue de rendre incombustibles toutes les parties en bois entrant dans la superstructure des navires de guerre. — (*American Engineer and Railroad Journal*, février 1899, p. 60.)

29. — **Procédé pour durcir les objets en plâtre.** — Le procédé, qui a fait l'objet d'une patente allemande, consiste à traiter les objets en plâtre par une dissolution de borate d'ammoniaque dans l'eau.

On prépare le liquide en dissolvant l'acide borique dans l'eau chaude et en l'additionnant d'ammoniaque liquide. On peut mélanger ce liquide au plâtre dans le gâchage, ou bien traiter les objets après qu'ils sont faits en appliquant la solution à leur surface. Dans ce dernier cas, on opère à froid ; les objets imprégnés de la dissolution sont, après, lavés et séchés, La surface devient très dure en deux ou trois jours et ne se laisse plus pénétrer par l'eau. On peut se servir de cette méthode pour durcir et imperméabiliser des planchers, murs, etc. (*Journal of the Franklin Institute*. Février 1899, page 171.)

30. — **Procédé de purification et de stérilisation des eaux alimentaires.** — M. Henri Bergé, professeur à l'Université de Bruxelles, a proposé un procédé très simple pour la purification et

la stérilisation des eaux destinées à l'alimentation; c'est l'emploi d'un composé gazeux peu connu, le *bioxyde de chlore* ClO^2. Ce composé gazeux est soluble dans l'eau, décomposable par la lumière, la chaleur et par le contact des matières organiques. C'est un oxydant d'une énergie extrême, supérieure à celle de l'ozone. Son action est telle qu'il suffit de trois dixièmes de milligramme de ce composé pour stériliser un litre d'eau.

La préparation est très simple : elle consite à décomposer le chlorate de potasse par l'acide sulfurique à 64° Réaumur à la température ordinaire. Cette réaction n'offre aucun danger.

En supposant une proportion de 2 *g* par mètre cube d'eau traitée, la dépense totale ne dépasserait pas 1/10 de centime par mètre cube.

Ce procédé a l'avantage de pouvoir s'appliquer dans tous les cas qui se présentent : épuration d'eau des grandes distributions publiques, épuration d'eau de petites usines, épuration d'eau pendant les voyages. Il ne change ni la composition chimique ni le goût des eaux; il diminue la matière organique et augmente la proportion d'oxygène en dissolution.

Des expériences sur cette méthode ont été poursuivies par la ville d'Ostende. Un rapport de MM. André, inspecteur général, délégué de l'État, et Verlaert, Ingénieur de la ville, constate que cette méthode est très efficace si la marche des opérations est conduite avec soin, discernement et régularité. L'action du peroxyde de chlore est d'une énergie remarquable, il suffit de quinze secondes pour réduire de moitié le taux des matières organiques. Le procédé est simple, pratique, économique et peut être appliqué sur n'importe quelle quantité d'eau. Il est toutefois nécessaire de réduire préalablement la teneur de l'eau en matières organiques par l'emploi de bassins de dépôt et appareils de précipitation et de filtration, si l'eau à traiter était profondément souillée. (*Annales des Travaux publics de Belgique*, 3e fascicule de 1898, page 369, et 1er fascicule de 1899, page 95.)

31. — **Peinture pour la préservation des pièces métalliques.** — Le chimiste allemand H. Loesner a proposé une nouvelle peinture pour les pièces en fer. Son procédé consiste à broyer la couleur avec de l'huile de lin en présence d'une certaine proportion de ciment qu'on additionne de sable. On doit éviter de laisser le ciment exposé à l'humidité avant l'application de la peinture. C'est l'humidité de l'atmosphère qui, absorbée par le ciment, forme une couche imperméable qui préserve le fer.

Le même inventeur propose la méthode suivante pour l'essai rapide des peintures. Des pièces de tôle de fer sont d'abord nettoyées au papier d'émeri, puis peintes avec les peintures à essayer et séchées pendant quatre jours; on passe ensuite une seconde couche et on la laisse sécher pendant le même laps de temps. On fait bouillir de l'eau dans un vase sur lequel des barres de bois permettent de placer les tôles peintes, la face peinte en dessous; il doit y avoir environ 50 *mm* de hauteur entre le niveau de l'eau et les échantillons. On maintient à peu près régulier le niveau de l'eau par une alimentation convenable.

On prolonge l'ébullition pendant quinze heures; alors on enlève les plaques, on les sèche à 100° C., on ôte la peinture avec de l'aniline et une brosse et on examine la surface du métal; s'il n'y a aucune érosion, la peinture peut être considérée comme suffisamment préservatrice, car l'auteur admet que chaque heure du traitement indiqué équivaut à deux ou trois mois d'exposition à l'action atmosphérique. Douze heures de traitement doivent être considérées comme la durée minima d'épreuve d'une bonne peinture. Il n'y a guère que la composition décrite plus haut qui résiste à une exposition plus longue à l'action de la vapeur (*Engineering News*, 26 janvier 1899, d'après l'*Engineer*.)

32. — **Moyen de reconnaître si des bois ont été abattus en hiver ou en été.** – Dans le commerce des bois et surtout des bois de construction, il est très important de savoir si l'abatage des arbres a eu lieu en hiver ou en été; on sait en effet que les arbres coupés dans cette dernière saison ont moins de valeur que les autres. L'*Allgemeine Tischler Zeitung* dit que les bois abattus d'octobre à avril contiennent dans leurs cellules des particules d'amidon qu'on ne rencontre pas dans les autres. Cette matière rend le bois imperméable et imputrescible. Aussi emploie-t-on exclusivement les bois abattus en hiver pour faire les douves de tonneaux. Avec des douves faites de bois d'été, les liquides passent à travers les pores du bois. On constate la présence de l'amidon par l'iode qui donne une couleur violette. Il suffit de mettre sur le bois à examiner une dissolution d'iode; si la surface reste jaune, le bois a été coupé en été; si au contraire le bois a été abattu en hiver, on constate la présence de raies de couleur foncées, presque noires sur le fond jaune; ces raies correspondent aux cellules qui contiennent de l'amidon. (*Engineer*, 17 février 1899, page 164.)

33. — **Procédé Stuart pour la préparation industrielle de l'oxygène.** — Ce procédé est dû au professeur Ernest B. Stuart; il est basé sur la réaction employée par Tessié du Motay, c'est-à-dire la formation au contact de l'air au rouge d'un manganate alcalin qu'une température différente décompose en mettant de l'oxygène en liberté. Stuart emploie du manganate de soude, mais rendu assez fusible par un excès de soude pour entrer en fusion à la température de la réaction, qui est comprise entre 375 et 400° C.

La matière est chargée dans des cornues en fonte placées verticalement dans un fourneau. Chaque cornue contient environ 680 *kg* de manganate; les quatre cornues d'un fourneau peuvent donner 400 à 425 m^3 d'oxygène par 24 heures. Lorsque le manganate est entièrement en fusion, on introduit un courant de vapeur par le bas de la cornue, et l'oxygène se dégage très rapidement. Lorsque le dégagement cesse, on introduit de l'air. L'oxydation ne se fait pas aussi rapidement que la désoxydation, mais en pratique, les deux opérations ne demandent en tout que 10 à 15 minutes. La rapidité des opérations et la permanence des réactions successives sont dues à l'état de fusion liquide de la matière.

Un mémoire de M. Romyn Hitchcock, lu devant la section C de

l'Association Américaine pour l'Avancement des Sciences, donne des détails très complets sur ce procédé et sur les applications possibles de l'oxygène. *(The Engineering and Mining Journal*, 21 et 28 janvier 1899, pages 83 et 111.)

34. — **Mode de préparation du plâtre activant son durcissement. Procédé Maillon.** — On calcine des pierres magnésiennes (dolomies ou magnésites) à une chaleur suffisante pour l'évaporation de l'acide carbonique (couleur rouge); on pulvérise aussitôt après cette magnésie rendue caustique, puis on la tamise à une finesse se rapprochant le plus possible de l'impalpable; on mélange alors avec du plâtre dans des proportions de 15 à 30 0/0; on gâche le tout avec de l'eau simple; on opère ensuite comme d'ordinaire, et, l'objet façonné étant sec, on l'imbibe d'une solution contenant de 20 à 30 0/0 de sulfate de zinc.

L'inconvénient de cette façon de procéder est que la solution ne pénètre pas à fond.

Pour obtenir un durcissement parfait dans toute l'épaisseur, on gâche le mélange de plâtre et de magnésie directement avec une solution de sulfate de zinc, mais celle-ci un peu moins concentrée que précédemment; on emploie tout de suite la matière, on moule ou l'on façonne, et le produit obtenu devient, une fois sec, d'une dureté « telle qu'une pointe de fer ne puisse l'entamer ». La blancheur de la matière ne laisse rien à désirer avec le sulfate de zinc; mais si l'on veut une « couleur de bois », il suffit de remplacer le sulfate de zinc par le sulfate de fer; des frictions d'huile de lin cuite donneront ensuite à la surface ainsi colorée un ton plus ou moins foncé. L. P.

35. — **Nouvelle composition pour pavage, dallage et isolement, dite: pavimentum Browne.** — Cette composition comporte un mélange composé de bitume, sciure de bois, poudre de liège agglomérés dans les proportions ci-dessous :

Première composition.

Bitume.	30 *kg*
Sciure de bois	3
Poudre de liège.	3

Deuxième composition.

Bitume.	20 *kg*
Sciure de bois	4
Granulé de liège	8

L. P.

V[e] SECTION

Électricité.

36. — Stations centrales d'éclairage électrique aux États-Unis. — D'après l'*American Electrical Directory*, il y avait à la fin de septembre 1898 aux États-Unis les nombres suivants de stations centrales d'éclairage électrique, leur importance est également donnée :

	Nombres.	lampes à arc.	Lampes à incandescence. courant direct.	courant alternatif.	Totaux.	Chevaux vapeur.
Municipales.	334	26 185	61 695	317 070	379 665	69 145
Privées. . .	2 275	265 708	2 312 221	4 988 231	7 300 452	994 688
Total. .	2 609	291 893	2 373 916	5 306 201	7 680 117	1 063 833

Le capital d'établissement des Sociétés particulières s'élève à 1 280 millions de francs. *(Engineering News)* 2 février 1899.)

37. — Impression par les rayons X. — Le professeur Elihu Thomson a proposé, en 1896, d'utiliser les rayons Rœntgen pour l'impression; ce procédé est de nouveau présenté avec quelques modifications dans l'*Electrical Engineer* par le D[r] F. S. Kolle. On prend un bloc de 100 feuilles de papier sensibilisé, on pose dessus la copie manuscrite ou imprimée.

Il paraît que 20 secondes d'exposition aux rayons X suffisent pour agir sur les feuilles qu'il n'y a plus qu'à développer et à laver.

On peut opérer sur vingt blocs à la fois avec un seul tube, et le docteur Kolle estime que chaque tube radiateur peut agir sur 6 000 feuilles par minute, de sorte que 10 hommes, travaillant 8 heures par jour, produiront 7 500 000 exemplaires développés, lavés, et séchés. Le prix de revient serait peu élevé. *(Engineering News*, 2 février 1899, page 65.)

38. — Curieuses expériences. — Dans la séance du 2 mars de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, M. le professeur Prévost et le docteur Battelli ont présenté un rapport sur la question suivante.

Les deux physiologistes poursuivent depuis plusieurs mois l'étude du mécanisme de la mort par les courants électriques. Voici en résumé les résultats principaux de leurs expériences :

Tous les animaux soumis aux courants de haute tension (2 500 volts par exemple) meurent par des troubles du système nerveux et surtout par l'arrêt de la respiration. Mais le cœur continue à battre; ses contractions sont même très énergiques. Il suffit alors d'appliquer la respiration artificielle pour sauver l'animal.

Les phénomènes sont tout à fait différents si l'on emploie un courant à basse tension (40 volts par exemple). Dans ce cas, le système nerveux est peu affecté et l'animal continue à bien respirer, mais le cœur cesse

de battre; il présente des mouvements désordonnés qui ne poussent plus le sang dans les vaisseaux.

Le cœur du chien et du cochon d'Inde ne reprend plus ses battements, et ces animaux meurent ainsi par paralysie du cœur; ils s'éteignent peu à peu, sans donner signe de la moindre souffrance.

On ne connait jusqu'à présent aucun moyen de les sauver. Les lapins et les rats, au contraire, ne meurent pas sous l'influence de ces courants à basse tension, parce que leur cœur, arrêté un moment, recommence à battre dès que l'on interrompt le courant et ces animaux se portent bientôt aussi bien qu'auparavant.

Mais le résultat le plus surprenant obtenu par MM. Prévost et Battelli, c'est qu'on peut rétablir les battements du cœur d'un chien, arrêtés par un courant à basse tension, en faisant traverser l'animal par un courant à haute tension. Le cœur qui était paralysé reprend ses battements, et l'animal, qui était irrévocablement perdu, sera sauvé si on pratique la respiration artificielle.

Outre leur intérêt scientifique, ces faits ont aussi leur côté pratique, car ils peuvent servir à expliquer quelques accidents mortels auxquels ont donné lieu des courants à faible tension, 115 volts, par exemple. Dans ce cas on ne peut guère expliquer la mort que par un arrêt du cœur. *(Journal de Genève,* 7 mars 1899.)

39. — **Coût de la traction électrique par accumulateurs.** — Le rapport annuel de la Chicago Electric Traction Cy donne des chiffres intéressants sur le coût de la traction par accumulateurs.

Les recettes ont été de 27,8 centimes par car-kilomètre et les dépenses de 26,2 centimes.

Les relevés de la station centrale indiquent une dépense totale de 1 227 228 kilowatt-heures et un coût de 4,65 centimes par kilowatt-heure pour production de force et entretien des machines. La dépense pour le service et l'entretien des batteries a été de 23 400 *f.*

Le nombre de kilomètres-voitures parcouru s'étant élevé à 981 725, la dépense des accumulateurs ressort à 2,25 centimes par car-kilomètre, soit un peu moins de 9 0/0 de la dépense totale.

Le parcours moyen des batteries de 72 éléments est de 37 000 *km*, les plaques négatives usent trois plaques positives. Lorsque les batteries sont neuves, les voitures peuvent parcourir 35 *km* sans rechargement; mais après un assez faible temps de service, il faut les recharger à chaque parcours, ce qui ne fait que 17 à 18 *km*. La vitesse d'après l'horaire est de 20 *km*, arrêts compris, mais elle pourrait s'élever à 48 *km (Engineer*, 17 mars 1899, page 262.)

40. — **Cuivrage électrique des coques de navires.** — Le cuivrage électrique des coques de navires paraît devoir prendre un certain développement aux États-Unis. Le remorqueur de mer *Assistant* dont la coque a été recouverte de cuivre par la galvanoplastie en février 1895 a été récemment passé à la forme sèche à Norfolk et sa carène examinée avec soin. On a constaté l'absence complète de coquilles et de végétations sous-marines quelconques. Un rapport du Naval Construction

Department recommande l'adoption de ce procédé pour les navires de guerre la marine de des États-Unis. L'épaisseur du dépôt de cuivre ne doit pas être inférieure à 1/16 de pouce, un peu plus de 1 1/2 *mm*. Il paraît qu'il n'y a aucun effet fâcheux à craindre de l'action galvanique produite par le contact des deux métaux.

Voici comment on opère : le bain est contenu dans un récipient flexible qu'on adapte à la paroi du navire et qu'on maintient d'une manière convenable. La coque forme le pôle négaitif et une électrode contenue dans le bain, le pôle positif ; les deux pôles sont réunis par un circuit dans lequel circule un courant électrique de 80 ampères par mètre carré de surface à cuivrer avec une différence de potentiel de 1 1/2 volt. Il faut trois jours pour que la couche ait atteint l'épaisseur convenable. On procède par applications successives, la partie à cuivrer étant préalablement grattée au fur et à mesure de l'avancement de l'opération. (*Iron and Coal Trades Review*, 24 mars 1899, page 505.)

41. — **Les fiacres électriques de New-York.** — Dans son numéro du 11 mars dernier, l'*Électricien* donne d'intéressants renseignements sur les fiacres électriques de New-York.

La forme rappelle celle des hansom ordinaires dont l'arrière prolongé contient la caisse des accumulateurs et supporte le siège du cocher ; son poids total est de 1 310 *kg*, sa longueur de 2,75 *m* et sa largeur de 1,50 *m*. Les accumulateurs, au nombre de 48, ont une capacité de 100 ampère-heures, et ils actionnent deux moteurs de 2 *ch* qui commandent les deux roues d'avant. Les roues d'arrière sont directrices.

Les vitesses sont de 6, 9 et 14 milles à l'heure, et après un parcours de 35 milles, le fiacre est obligé de rentrer au dépôt, pour recevoir une nouvelle caisse d'accumulateurs chargés, qui lui permettent d'effectuer un nouveau parcours de 35 milles. G. B.

42. — **Les appareils électriques sur les Chemins de fer anglais.** — D'après une note de M. Preece, publiée dans le bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer, les différentes applications de l'électricité au service des chemins de fer du Royaume-Uni ont comporté, pendant l'année 1898, l'emploi de 115 247 appareils. G. B.

43. — **Halage électrique des bateaux en Belgique.** — Depuis le 1er janvier 1899, la Compagnie générale de traction électrique sur les voies navigables, est concessionnaire du halage sur une section de 47 *km* du canal de Charleroi à Bruxelles. C'est le procédé de M. Ambroise Dénefle de Paris, qui est employé pour l'exploitation de cette section (*Électricien*, n° 425 du 18 février 1899.) G. B.

44. — **Compteur de communications téléphoniques.** — M. Van Kerckhove a réalisé un appareil permettant de limiter à 5 minutes les conversations téléphoniques. Il consiste essentiellement en un cadran divisé en cinq parties égales ; l'aiguille se trouve normalement au 0 et dès qu'une conversation commence, l'aiguille est amené, au chiffre 5. Le mouvement d'horlogerie se met en marche et à 4 minutes 1/2, un

premier coup de timbre annonce que la conversation doit cesser dans peu de temps ; 30 secondes après, un nouveau coup de timbre avertit que la communication est coupée. (*Électricien*, n° 425 du 18 février 1899.)
G. B.

45. — **L'éclairage électrique du bois de Boulogne.** — Il est question d'éclairer en partie du moins le bois de Boulogne. Le projet comporte un circuit partant de la porte Maillot passant devant le chalet du Touring-Club et le pavillon d'Armenonville pour gagner par l'allée des Sablons la porte Dauphine. De la porte Dauphine il pénètre dans le bois par la route de Suresnes, contourne le grand lac et revient à la Muette. La dépense serait d'environ 100 000 *f*, et les frais d'entretien atteindraient à peu près le même chiffre. G. B.

46. — **Traction électrique système Behr.** — M. F.-B. Behr vient de proposer un nouveau système de traction électrique des trains express, type monorail pour relier Liverpool à Manchester, soit une distance de 30 milles. La vitesse serait de 90 milles à l'heure et la voie consisterait en un simple rail élevé d'environ 1,25 *m* au-dessus du sol et supporté par des châssis en fer en A. G. B.

47. — **Installations électriques dans la gare et dans les ateliers de la Compagnie du Midi à Bordeaux.** — La Compagnie du Midi va installer à Bordeaux une usine électrique d'une puissance de 1 200 *ch* qui sera utilisée pour l'éclairage des gares, des ateliers et des divers services.

Le courant continu sera fourni à 240 volts par une distribution à 3 fils.

L'usine génératrice comprendra trois groupes électrogènes de 285 kilowatts ; un quatrième groupe pourra être installé.

Chaque groupe sera constitué par une machine compound horizontale marchant à 75 tours par minute, et par une dynamo calée sur l'arbre de la machine.

L'éclairage sera assuré par des lampes à arc et par des lampes à incandescence.

La force motrice sera distribuée dans les ateliers par groupes; chaque moteur commandera un arbre de groupe dont dépendront un certain nombre de machines-outils.

Les électromoteurs répartis dans les ateliers et dans les gares seront au nombre de 35 d'une puissance variant de 0,740 kilowatts à 45 kilowatts.

La dépense de premier établissement est évaluée à 922 000 *f*, et l'on compte mettre en service au commencement de l'année 1900. (*Revue Générale des Chemins de fer* n° 3 de mars 1899.) G. B.

48. — **Lampe à arc différentielle système Ch. Vigreux et L. Brillié.** — La nouvelle lampe à arc de MM. Vigreux et Brillié permet de supprimer tout rhéostat de réglage et par suite de réaliser une économie sensible d'énergie électrique. Ces lampes marchent soit seules, soit en série en n'absorbant que 35 à 45 volts.

Des essais effectués au Bon Marché ont permis de constater que les lampes à arc de MM. Vigreux et Brillié pouvaient marcher, sans l'intercalation d'aucune résistance par deux en tension sur 70 à 85 volts et par trois sur 110 volts. *(L'Industrie électrique* nº 171, du 10 février 1899.)

G. B.

49. — **Statistique des chemins de fer et tramways électriques en exploitation en Europe au 1er janvier 1899.** — Cette statistique, qui est donnée en supplément au nº 173 du 10 mars 1899 de *l'Industrie électrique*, est des plus intéressantes.

Elle montre que l'Allemagne tient la tête avec 1 403 *km* de lignes et 3140 voitures automotrices ; la France vient ensuite avec 487,5 *km* de lignes et 759 voitures automotrices, puis l'Angleterre avec 211 *km* de lignes et 398 voitures, etc.

La France tient donc le second rang, mais il convient de constater que l'Allemagne a une forte avance sur toutes les autres nations.

G. B.

50. — **L'énergie électrique au théâtre de Drury Lane.** — L'électricité vient d'être appliquée à Londres au théâtre de Drury Lane pour faire fonctionner les plates-formes de la scène.

A cet effet la scène principale entièrement reconstruite a été divisée en six sections pouvant se mouvoir verticalement soit à 3,65 *m* au-dessus soit à 2,45 *m* au-dessous du plan normal de la scène. Deux de ces sections sont achevées et fonctionnent. La vitesse d'ascension obtenue par les moteurs peut varier de 1,82 à 6,10 *m* par minute. *(Electricien* nº 425 du 18 février 1899.) G. B.

Pour la Chronique, les Comptes rendus et les Informations techniques :

A. Mallet.

BIBLIOGRAPHIE

Abaques des efforts tranchants et des moments de flexion maxima développés dans les poutres à une travée par les surcharges du règlement du 29 août 1891 sur les ponts métalliques, par Marcelin Duplaix, professeur à l'École centrale (1).

M. Duplaix, professeur à l'École centrale, a résolu, au moyen d'abaques, la recherche du moment de flexion et de l'effort tranchant maxima produits dans une poutre droite d'une travée, par les surcharges indiquées dans la circulaire de 1891. Le principe de la construction des abaques est le suivant : soit

$$f_{i,k,n}(x, l, z) = 0$$

Une fonction de trois variables x, l, z, où l est la portée d'une poutre droite, x la distance d'une section à l'un des appuis, z le moment de flexion maximum ou l'effort tranchant maximum produit en cette section. Il y a une équation pour les efforts tranchants et une pour les moments de flexion, c'est entendu. Pour chacune, les coefficients sont des fonctions des poids des essieux d'un convoi engagé sur le pont depuis l'essieu de rang i, jusqu'à celui de rang n, l'essieu de rang k étant celui qui passe dans la section x quand se produit le maximum.

A chaque système de valeurs de i, k, n répond une surface, rapportée à trois axes ox, ol, oz, dont une portion est telle que le z des points est, suivant la nature de $f(x, l, z) = 0$, soit le moment de flexion maximum, soit l'effort tranchant maximum pour une section x, d'une poutre de portée l, tant que les valeurs correspondantes x, l, i, k, n répondront à des cas possibles.

Projetons sur le plan $x o l$ le contour de la portion utile ainsi que les lignes de niveau (ou de z constant) de cette portion. Opérons de même pour tous les systèmes de valeurs de i, k, n, nous aurons deux abaques, l'un pour les efforts tranchants, l'autre pour les moments de flexion. Pour avoir le moment de flexion ou l'effort tranchant en une section x d'une poutre de portée l, il suffit de prendre sur les abaques le point x, l du plan $x o l$ et de lire la cote de la ligne de niveau dont la projection passe par ce point. Il est évident que généralement il faut interpoler, car on n'a pu tracer qu'un nombre limité de lignes de niveau.

Ces lignes de niveau sont des lignes droites pour les surfaces relatives aux efforts tranchants. Il n'en est pas de même pour celles qui représentent des moments de flexion, et ceux-ci ne s'obtiennent plus directement en prenant le point x, l.

Ce serait dépasser la limite d'un compte rendu sommaire que d'indiquer comment M. Duplaix tourne ingénieusement la difficulté. Il a d'ailleurs donné bien complètement la méthode à suivre pour tracer les abaques, qui, une fois faits, donnent avec une grande exactitude et par une simple lecture, les résultats cherchés.

A. Gouilly.

(1) Un volume in-8° de 102 pages et atlas de 8 planches, Carré et Naud, éditeurs.

Cours de mécanique appliquée aux machines par M. J. Boulvin, Ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées, Ingénieur des Constructions maritimes de l'État belge. — Fascicule 8 : *Appareils de levage, transmission du travail à distance* (1).

Nous avons présenté à nos Collègues, dans le *Bulletin* de novembre 1895, les cinq premiers fascicules et, dans celui de Janvier 1898, les 6e et 7e fascicule, du Cours de mécanique appliquée aux machines, professé par M. J, Boulvin, à l'École spéciale du Génie Civil de Gand. Nous leur présentons aujourd'hui le 8e fascicule qui complète ce bel ouvrage et nous allons rapidement passer en revue les matières contenues dans ce dernier volume qui ne le cède point en intérêt aux précédents.

Ce fascicule se compose de deux parties : la première traite de la transmission du travail à distance et la seconde des appareils de levage.

Les moyens de transmission employés pour actionner des outils situés à des distances des moteurs trop grandes pour permettre l'emploi des transmissions par arbres ou courroies, sont les câbles, l'eau sous pression et l'air comprimé, la question de l'électricité étant réservée. Un chapitre est consacré à chacun de ses systèmes,

Pour les câbles, système de transmission qui remonte à 1860 à peu près, l'auteur examine successivement les conditions d'installation des transmissions, les formules d'établissement, les dispositions pratiques, le rendement, etc.

Pour les transmissions par l'eau sous pression, dont la première application paraît avoir été faite par Armstrong en 1846, les questions examinées sont la canalisation, les stations centrales et les machines réceptrices ; ces questions sont étudiées en détail et avec tous les développements nécessaires.

Pour l'air comprimé, la division est la même. M. Boulvin fait remarquer que l'application de l'air comprimé comme force motrice, si elle avait d'abord été proposée pour la traction des véhicules, a été réalisée pratiquement pour la première fois pour le percement des tunnels.

L'honneur en appartient à Daniel Colladon. Nous relevons, dans la partie historique relative à cette question, une légère inexactitude. M. Boulvin dit : « Lorsque les travaux du Mont-Cenis étaient déjà entamés, Maus avait eu l'idée de recueillir la force motrice des chutes d'eau disponibles aux têtes et de la transmettre par câbles télédynamiques jusqu'aux fronts d'attaque. » Le projet Maus remonte à 1849 et les travaux du Mont-Cenis n'ont été commencés qu'en 1858. Colladon rappelle dans ses mémoires (Voir *Bulletin* de novembre 1893, page 457) que c'est précisément l'impossibilité pratique du système Maus qui lui donna l'idée de faire mouvoir les appareils de perforation par l'air comprimé qui devait servir après à l'aération de la galerie, disposition formant la base du projet qu'il présenta dès 1852 au Gouvernement sarde.

La question des compresseurs est très largement traitée, refroidissement et compression étagée, rendement, etc., y sont étudiés avec de

(1) Un volume grand in-8° de 218 pages. Paris. G. Bernard et Cie, imprimeurs-éditeurs. 29, quai des Grands-Augustins, 1899.

grands développements, de même que le sujet des machines réceptrices, servo-moteurs, moteurs à air raréfié. etc.

La seconde partie est consacrée à l'étude des appareils de levage et divisée en quatre chapitres. Le premier s'occupe des appareils élévatoires, tels que crics, vérins, palans, treuils, cabestans et guindeaux ; le second, des grues, bigues et ponts roulants, le troisieme des appareils dépendant d'une station centrale, dont on trouve des applications très importantes dans les installations mécaniques des quais, docks, entrepôts, etc., et le quatrième chapitre, des ascenseurs.

On trouve, dans ce dernier chapitre, des renseignements très détaillés sur les ascenseurs mus par arbres, les ascenseurs hydrauliques à action directe et les ascenseurs hydrauliques à action indirecte qui sont presque exclusivement employés aux États-Unis et qui ont l'avantage de ne pas nécessiter de puits.

Cette dernière partie, illustrée de 200 figures, termine dignement le très intéressant ouvrage de M. Boulvin, qui nous paraît, comme nous l'indiquions déjà en 1895, constituer une encyclopédie très complète des connaissances théoriques et pratiques nécessaires à l'ingénieur mécanicien. Nous croyons pouvoir, à ce titre, le recommander très vivement à l'attention de nos Collègues.

Ce dernier volume se termine par une table alphabétique très bien faite des matières contenues dans les huit fascicules formant l'ouvrage, table qui n'occupe pas moins de trente pages.

A. Mallet.

Traité théorique et pratique des moteurs à gaz, par M. Aimé Witz (1).

Ce traité, qui est des plus complets, se divise en trois volumes que nous analyserons successivement.

Le *premier volume*, dont la troisième édition a paru en 1892, traite exclusivement des moteurs à gaz.

M. Aimé Witz fait tout d'abord l'historique des moteurs à gaz, puis il donne une classification en quatre groupes qui sont :

1er Groupe. — Moteurs à explosion sans compression.
2me — Moteurs à explosion avec compression.
3me — Moteurs à combustion avec compression.
4me — Moteurs atmosphériques et mixtes.

Les moteurs atmosphériques sont à peu près abandonnés et pratiquement il convient de subdiviser le deuxième groupe en trois classes suivant que le cycle s'accomplit en deux, quatre ou six temps.

Le troisième chapitre est consacré à des considérations théoriques sur les machines thermiques indispensables à ceux qui veulent se rendre compte du fonctionnement des machines à gaz.

Après une étude générale de la combustion des mélanges tonnants, l'auteur aborde la théorie générique et la théorie expérimentale des moteurs à gaz.

Le chapitre septième relatif à la détermination de la puissance des moteurs contient les méthodes d'essais les plus employées ainsi qu'un

(1) Un volume in-8° de 435 pages et 150 figures. E. Bernard et Cie, éditeurs.

grand nombre de procès-verbaux d'essais qui fixent le lecteur sur les résultats que l'on peut obtenir; ce chapitre se termine par quelques données pratiques pour l'établissement d'un moteur.

Adoptant la classification indiquée au début de son ouvrage, M. Witz donne ensuite une monographie très complète des principaux moteurs à gaz.

Dans le chapitre IX l'auteur étudie les divers éléments de construction des moteurs, tels que distribution et allumage, réglage de la vitesse, mise en train et graissage; quelques considérations générales sur l'installation et la conduite des moteurs terminent cet intéressant chapitre.

Le chapitre X fait ressortir l'état actuel des moteurs à gaz et leur avenir. M. Witz montre tous les avantages des moteurs à gaz, leur installation facile non soumise à une réglementation rigoureuse, leur conduite très simple et leur application à des puissances de quelques kilogrammètres seulement. Comme le dit avec juste raison l'auteur, c'est une solution du problème si important du transport et de la distribution de l'énergie le conducteur étant ici un simple tuyau de gaz.

Établissant une comparaison avec les différents modes de transmission de l'énergie, l'auteur conclut que c'est encore le moteur à gaz qui est le plus économique.

Nous nous permettrons de faire certaines réserves à ce sujet et nous pourrions citer des installations où l'énergie électrique est vendue dans des conditions extrêmement avantageuses. Il faut, il est vrai, tenir compte de ce fait que l'ouvrage de M. Witz a été publié en 1892 et que depuis cette époque les courants de haute tension ont pu être appliqués dans des conditions très économiques au point de vue des rendements.

De même l'auteur établit que la bougie-heure est produite à meilleur compte par une lampe électrique à incandescence alimentée par une dynamo actionnée par un moteur à gaz d'éclairage que par la combustion directe de ce gaz dans un brûleur ordinaire. C'est parfaitement exact, mais les gaziers répondent à cela que le bec papillon a vécu et qu'il ne faut plus considérer que les becs à incandescence dont les résultats sont évidemment des plus économiques.

M. Witz termine son très remarquable ouvrage en démontrant que les moteurs à gaz de grande puissance peuvent lutter avec avantage contre les machines à vapeur si l'industriel fabrique lui-même son gaz soit en distillant de la houille, soit en employant les gazogènes.

Dans un prochain bulletin nous analyserons les deux autres volumes.

G. Baignères.

Applications de la Photographie à l'Industrie, par G.-H. Niewenglowski (1).

Erudition, concision, clarté, tels sont les trois mots qui résument les qualités du nouveau volume de M. G.-H. Niewenglowski.

L'auteur nous explique les différentes méthodes de décoration industrielle, basées sur l'emploi de la photographie, et appliquées soit à

(1) Un volume in-8° de 194 pages, Gauthier-Villars et Masson et Cie, éditeurs.

l'ornementation des porcelaines, soit à la fabrication des émaux, soit à l'obtention des vitraux. Il passe en revue jusque dans leurs détails les divers procédés ou tours de main photographiques usités pour obtenir la gravure du verre, les lithophanies, la niellure, la damasquinure, etc. Dans une branche toute différente de l'industrie, il dévoile les nouveaux procédés photographiques de mise en carte des dessins pour tissus fabriqués par le métier Jacquard. Cet ouvrage, aussi complet que le permet le cadre un peu restreint d'un aide-mémoire, nous paraît appelé à rendre de réels services à un grand nombre d'industriels, en leur indiquant, à côté des procédés connus par eux, d'autres moyens, d'autres formules dont ils peuvent tirer parti. Les formules abondent en effet dans ce livre documenté, où l'on trouve encore, sous forme d'introduction, une étude des propriétés des substances colloïdes bichromatées, base de la plupart des procédés décrits. En somme, un excellent livre de vulgarisation.

P. Mercier.

Fumisterie, chauffage et ventilation, par E. Aucamus (1).

Cet ouvrage, qui fait partie de la Bibliothèque du conducteur de travaux publics, est essentiellement pratique. Très riche en renseignements sur les matériaux, l'outillage et les dispositifs les plus usuels, il ne renferme que les notions théoriques strictement indispensables.

C'est ainsi que la *Fumisterie* comprend les chapitres suivants: fabrication des tuyaux en tôle, construction des tuyaux de fumée, montage et démontage des poêles et des tuyaux, ramonage, causes de fumée et remèdes à employer. Des extraits de l'Ordonnance de septembre 1875 complètent ces renseignements de métier.

Le *Chauffage* est traité avec plus d'ampleur. L'auteur rappelle d'abord les lois de transmission de la chaleur et les lois de l'écoulement des gaz; il indique la puissance calorifique des principaux combustibles et la quantité d'air qui correspond à leur combustion complète. Il décrit ensuite de nombreux types de cheminées, poêles fixes, poêles mobiles, poêles à gaz et calorifères. Enfin il aborde les systèmes, si répandus aujourd'hui, de chauffage continu par l'air chaud, l'eau chaude et la vapeur.Pour tous ces appareils, des figures très claires font comprendre le fonctionnement, et souvent donnent les dimensions intéressantes. Un exemple montre la marche à suivre pour l'établissement d'un projet de chauffage par circulation d'eau ou de vapeur.

La *Ventilation* est sobrement traitée. Nous aurions souhaité plus de développements pour la ventilation mécanique, surtout en ce qui concerne ses applications aux ateliers. Un paragraphe indique comment il faut conduire les calculs relatifs à la ventilation, suivant qu'elle est ou n'est pas indépendante du chauffage.

Enfin, en Annexe, l'auteur donne une courte note sur l'*Acoustique* des salles de réunion.

R. Soreau.

(1) Un volume grand in-8° de 290 pages avec 213 figures. Vve Ch. Dunod, éditeur.

Instruments et méthodes de mesures électriques industrielles, par M. Armagnat (1).

M. Armagnat vient de faire paraître un ouvrage portant le titre de la présente note bibliographique.

Tous les électriciens savent qu'il existe un grand nombre d'appareils et de méthodes de mesures et combien il est difficile de faire choix de ce qui convient à chaque cas.

M. Armagnat, chef du bureau des mesures électriques chez M. Carpentier, bien à portée pour apprécier les avantages ou les inconvénients de tel ou tel instrument. de telle ou telle méthode, vient de faire leur étude d'une façon très consciencieuse.

Dans une première partie, il passe en revue, les différentes sortes d'appareils, indiquant leurs détails de construction. de fonctionnement, leurs qualités et surtout « leurs limites d'emploi », faisant le choix judicieux et raisonné de celui qui conviendra le mieux à telle application. Là le constructeur lui-même trouvera des renseignements sur le fonctionnement intime des différents types créés jusqu'ici et pourra par déduction en concevoir d'autres, simplifiés, plus robustes ou d'un degré d'exactitude plus élevé.

Dans la seconde partie, M. Armagnat étudie les différentes méthodes de mesure, les compare et met en garde le praticien contre les erreurs qui peuvent se glisser dans leur application, lorsque cet opérateur n'est pas familiarisé avec leur usage. Il a su rendre clair cet exposé ingrat et est arrivé au but sans trop employer les théories transcendantes qui effraient les débutants, Nous disons : sans trop employer, car en effet, M. Armagnat a su rester dans les limites pratiques qu'il convient de ne pas dépasser dans l'application des formules.

Ceux qui ne sont pas familiarisés avec l'usage de certains appareils trouveront à côté du texte, et leur en facilitant la compréhension, de très belles gravures, représentant presque tous les instruments d'usage courant.

Cet ouvrage sera utile à tous ceux, et ils sont nombreux, qui ont des mesures électriques à faire. Il fera savoir aux industriels le degré de confiance à apporter dans la lecture des indications données par des appareils donnés et leur apportera les moyens de se placer dans les conditions permettant d'obtenir le résultat avec précision et rapidité. C'est en somme un manuel opératoire que nous présente M. Armagnat, nous guidant de son expérience de praticien habile. La tâche était difficile et l'on ne peut que louer M. Armagnat de l'avoir abordée et de l'avoir menée à bien.

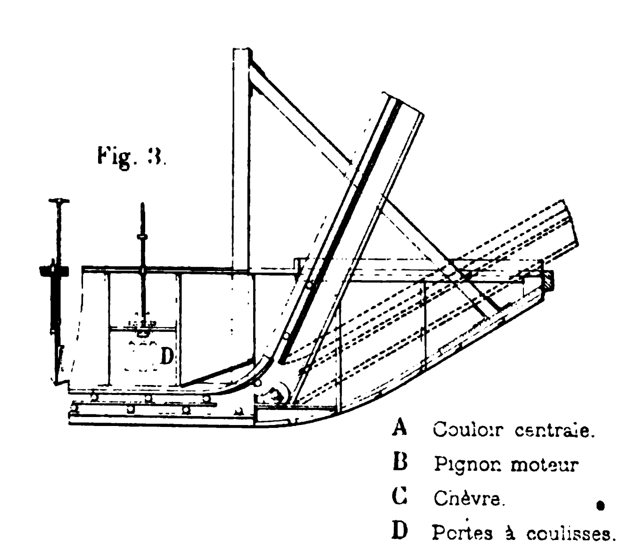
O. Rochefort.

(1) Un volume in-8° carré de 588 pages avec 175 figures. Carré et Naud, éditeurs.

Le Gérant, Secrétaire administratif,
A. de Dax.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 6332-3-99. — (Encre Lorilleux).

Fig. 3.



A Couloir centrale.
B Pignon moteur
C Chèvre.
D Portes à coulisses.

Fig. 4.

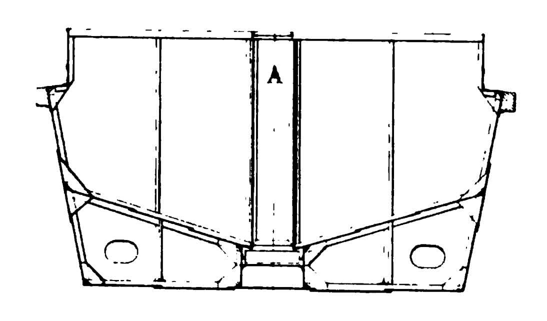
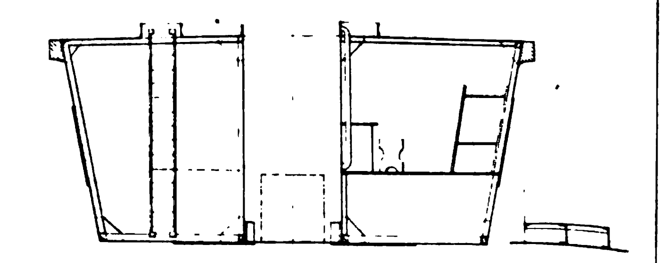


Fig. 5.



MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

D'AVRIL 1899

N° 4.

Sommaire des séances du mois d'avril 1899 :

Mémoires contenus dans le bulletin d'avril :

Les Enzymes et leurs applications, de M. le Dr Jean Effront, par M. C. Gallois, page 674;

Électricité, de M. Ed. Dacremont, par M. A. Lavezzari, page 675;

Leçons sur les notions fondamentales relatives à l'étude pratique des courants alternatifs, de M. J. Pionchon, par M. G. Baignères, page 676;

Leçons sur la production industrielle des courants alternatifs, de M. J. Pionchon, par M. G. Baignères, page 676;

Unités électriques absolues, de M. Lippmann, par M. E. Hubou, page 677.

24° *Planche 215.*

Pendant le mois d'avril 1899, la Société a reçu :

Agriculture.

BILLON (F.). *Petite Encyclopédie pratique de chimie industrielle*, publiée sous la direction de F. Billon. — *Lait, corps gras alimentaires*; 13e volume de la collection. — *Conserves alimentaires*; 14e volume de la collection (2 volumes in-16 de 160 p.). Paris, E. Bernard et Cie, 1899 (Don de l'éditeur). 38841 et 38842

Astronomie et Météorologie.

PERROTIN. — *Annales de l'Observatoire de Nice*, publiées sous les auspices du Bureau des Longitudes, par M. Perrotin (Fondation R. Bischoffheim). Tome I avec atlas et tomes IV, V et VI. Paris, Gauthier-Villars, 1895, 1897, 1899 (Don de l'éditeur). 38829 à 38833

Chemins de fer et Tramways.

MURPHY (M.). — *Report on the Subsidized Railways and other Public Works in the Province of Nova Scotia, for the year ending September 30, 1896, 1897, 1898*, by Martin Murphy (3 brochures grand in-8°). Halifax, Commissioner of Public Works and Mines Quen's Printer, 1897, 1898, 1899 (Don de l'auteur). 38838 à 38840

Statistique des chemins de fer français au 31 décembre 1897. Documents principaux (Ministère des Travaux publics. Direction des chemins de fer) (petit in-4° de VI-559 pages avec 2 cartes). Paris, Imprimerie Nationale, 1898. 38823

Construction des machines.

DELPHIEU (L.). — *Appareils contrôleurs distributeurs*, par Léon Delphieu (Extrait du Bulletin technologique, n° 1, janvier 1899, de la Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers), (in-8° de 47 p. avec 1 pl.). Paris, Chaix (Don de l'auteur, M. de la S.). 38958

Dolezal (E.). — *Paganini's photogrammetrische Instrumente und Apparate für die Rekonstruktion photogrammetrischer Aufnahmen*, von Professor E. Dolězal (Separat-Abdruck aus « Der Mechaniker » Jahrgang VII, 1899) (petit in-4° de 16 p. à 2 col.). Berlin, F. et M. Harwitz (Don de l'éditeur). 38824

Économie politique et sociale.

Album national du Commerce et de l'Industrie, 32e année, 1899 (1 vol. 390 × 290 de 254 p.). Paris, Didelot. 38847

Assemblée des Syndicats industriels assujettis à la loi concernant la responsabilité des accidents. Procès-verbal de la séance du 20 mars 1899 (in-8° de 38 p.). Paris, Édouard Duruy, 1899 (Don de M. Georges Jouanny). 38843

Électricité.

Annuaire des adresses télégraphiques de Paris et d'un grand nombre d'adresses des départements et de l'étranger. Deuxième année, 1899 (in-8° de 303 p.). Paris, A. Lahure (Don de l'éditeur). 38846

Législation.

Pichot (E.). — *Unification de la législation protectrice de la propriété des dessins*. Rapport présenté par M. E. Pichot (Cinquième Congrès des maîtres imprimeurs de France. Limoges, 1898) (in-8° de 12 pages). Limoges, Henri-Charles Lavauzelle (Don de l'auteur, M. de la S.). 38816

Société des Anciens Élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers. Annuaire des Sociétaires au 20 février 1899 (in-8° de 464 p. avec 1 pl.). Paris, Chaix, 1899. 38834

Mines.

Durand (F.). — *Mine La Jujeña. Rapport sur la mine de plomb argentifère La Jujeña (Province de Jujuy, République Argentine)*, par François Durand (grand in-8° de 41 p. avec 1 pl.). Buenos-Aires, Imprimerie « La Buenos-Aires », 1898 (Don de l'auteur, M. de la S.).

Transactions of the American Institute of Mining Engineers. Vol. XXVII. February 1897 to July 1897 inclusive (grand in-8° de L-1031 p.). New-York City, Published by the Institute, 1898. 38817

Navigation.

VIe Congrès international de navigation intérieure, La Haye, 1894. Rapports et compte rendu des travaux du Congrès (35 brochures grand in-8°). La Haye, A. D. Schinkel, 1894 (Don de MM. Cariman-rand, Conrad et Massalski, M. de la S.). 38849 à 38883

VIIe Congrès international de navigation, Bruxelles, 1898. Guide-programme et Rapports (74 brochures in-8°). Bruxelles, Commission d'organisation du Congrès, 1898 (Don de M. Carimantrand, M. de la S.). 38884 à 38957

MELVILLE (George W.). — *Views of Commodore George W. Melville, Chief Engineer of the Navy*, as to the strategic and commercial valuo of the Nicaraguan Canal, the future control of the Pacific Ocean, the strategic value of Hawaii, and its annexation to the United States (in-8° de 33 p.), Washington, Government Printing Office, 1898 (Don de l'auteur). 38813

SCOTT RUSSELL (J.). — *The modern system of Naval Architecture*, by J. Scott Russell, in three volumes (grand in-folio 710×560 de XXXVII-686 p., avec 2 atlas même format de 165 pl.). London, Day and son, 1865 (Don de M. Ch. Fremont, M. de la S.). 38818 à 38820

Physique.

COURIOT (H.). — *Examen et Analyse des combustibles minéraux par les rayons X*, par M. Couriot (Extrait du Bulletin de la Société de l'Industrie minérale. 3e série. Tome XII. 4e livraison, 1898) (in-8° de 16 p. avec 3 pl.). Saint-Étienne, J. Thomas et Cie, 1898 (Don de l'auteur, M. de la S.). 38848

Sciences mathématiques.

HAERENS (E.). — *Note sur le calcul du pont Vierendeel*, par E. Haerens (Extrait des Annales de l'Association des Ingénieurs sortis des écoles spéciales de Gand, tome XXI, 4e livraison) (in-8° de 7 p.). Bruxelles, J. Goemaere, 1899 (Don de l'auteur). 38821

Sciences morales.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube. Tome LXII de la collection. Année 1898 (grand in-8° de 384 p. avec 73 pl.). Troyes, Paul Nouel. 38844

Technologie générale.

Classification générale annexée au décret du 4 août 1894 portant Règlement général (République française. Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Exposition universelle internationale de 1900) (grand in-8° de 62 p.). Paris, Imprimerie nationale, février 1899 (Don du Ministère du Commerce). 38835

Der oesterreichische Ingenieur- und Architekten- Verein. MDCCCIIL bis MDCCCIIC. Festschrift herausgegeben vom Vereine zur feier seines Fuenfzigjaehrigen Bestandes. Verfasst von Carl Stoeckl K. K. Baurath im Eisenbahnmin, mit zeichnungen von Franz Frh. v. Krauss, Architeckt C. M. Mitglieder des O. I. U. A. V. (grand in-4° de 154 p.). Wien, Friedrich Jasper, 1899. 38836

Travaux publics.

Annales des Ponts et Chaussées. Première partie. Mémoires et documents. 7e série. 8e année 1898, 4e trimestre (in-8° de 391 p. avec pl. 35 à 44). Paris, Ve Ch. Dunod. 38822

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU MOIS D'AVRIL 1899

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 7 AVRIL 1899

Présidence de M. G. Dumont, Président.

La séance est ouverte à huit heures trois quarts.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté.

M. le Président a le regret d'annoncer la mort de plusieurs de nos Collègues. Ce sont :

M. Charles-Henri Collet, Membre de la Société depuis 1865, ancien élève de l'École Polytechnique, ancien Ingénieur en chef des chemins de fer du Nord de l'Espagne et des Asturies, Galice et Léon, expert près le Tribunal de Commerce de la Seine ;

M. L.-H.-V. Luchaire, Membre de la Société depuis 1872, Constructeur d'appareils d'éclairage pour phares, villes et chemins de fer, Chevalier de la Légion d'honneur ;

M. P.-L. Niel, Membre de la Société depuis 1892, ancien élève de l'École des Arts et Métiers d'Angers, a été Ingénieur-directeur des ateliers de la C[ie] des moteurs Niel ;

M. R.-L. Yvon, Membre de la Société depuis 1894, ancien élève de l'École des Arts et Métiers d'Angers, lauréat de la Société des anciens élèves des Écoles d'Arts et Métiers, Ingénieur-conseil expert.

M. le Président a, d'autre part, le plaisir d'annoncer que les Collègues dont les noms suivent ont été l'objet de distinctions honorifiques :

Officier d'Académie, M. J.-E. Chabrand ;

Officier du Dragon d'Annam, M. Henri Chevalier ;

Officier du Dragon Vert, M. H. Haguet ;

Chevalier de l'Ordre de la Conception de Portugal et de l'Ordre de Saint-Grégoire le Grand, M. L. de La Vallée-Poussin ;

M. le Président a également le plaisir d'annoncer que M. Van Lint, Secrétaire général de l'Association des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Gand, que plusieurs de nos Collègues ont pu connaitre et apprécier lors du voyage fait par la Société en Belgique en 1897, vient d'être nommé Officier d'Académie.

Enfin, M. le Président informe ses Collègues que M. Ph. Bertaux a été nommé Consul de Belgique pour les départements de l'Aisne et de l'Oise, et que M. J.-M. Bel a reçu de la Société de géographie la grande médaille d'argent (Prix Janssen) pour ses explorations en Indo-Chine.

M. le Président fait connaitre que la Société a reçu un assez grand nombre d'ouvrages qui seront indiqués comme d'habitude au procès-verbal, par spécialité. Il signale particulièrement le don fait par Mme Love d'un certain nombre de volumes, atlas, cartes et plans, relatifs aux chemins de fer et provenant de la Bibliothèque de M. G.-H. Love, ancien Président de la Société, ainsi que la collection complète des bulletins depuis 1848 jusqu'à ce jour.

Une partie de ces ouvrages existant déjà à la Bibliothèque, il en a été fait un lot spécial qui est mis à la disposition de MM. les Membres de la Société.

M. le Président signale également d'une manière toute spéciale le don fait à la Bibliothèque par notre Collègue M. Fremont, de 1 vol. de texte et 2 atlas grand in-f° sur le *Système moderne d'Architecture navale*, par Scott Russell, datant de 1865.

M. le Président fait part de plusieurs avis, reçus par la Société, concernant des congrès et meeting.

Le Meeting annuel de l'Iron and Steel Institute sera tenu les 4 et 5 mai prochain à l'Institution of Civil Engineers, Great George Street Westminster, à Londres.

Le 4e Congrès International de Chimie appliquée aura lieu à Paris, en 1900, du 23 au 31 juillet.

Un Congrès sur le droit d'Association sera également tenu à Paris, du 25 au 28 mai prochain.

Les documents concernant ces meeting et congrès sont déposés au secrétariat.

Enfin, le Congrès de 1899 (28e session) de l'Association Française pour l'avancement des Sciences se tiendra à Boulogne-sur-Mer, du 14 au 21 septembre, sous la présidence de M. Brouardel, membre de l'Institut.

Cette date a été choisie par le Conseil pour faire concorder la réunion de l'A.F.A.S. avec celle de l'*Association britannique pour l'avancement des Sciences* qui tiendra sa session annuelle à Douvres à la même époque.

Le Bureau de l'A.F.A.S. s'est préoccupé avec le Bureau de la British Association des moyens de réunir les deux Sociétés, et il a été convenu que l'Association française irait à Douvres, se joindre à la Société an-

glaise et tenir une séance générale. De son côté, la British Association viendrait à Boulogne tenir également une séance (1).

M. le Président, avant de passer à l'ordre du jour, donne la parole à M. A. Jacqmin, qui a bien voulu représenter la Société, à Vienne, au Cinquantenaire de la fondation de l'Union des Ingénieurs et Architectes d'Autriche.

M. A. Jacqmin rappelle qu'il avait été désigné avec trois autres collègues, MM. Gerstner, de Goldschmidt et Ziffer, pour représenter la Société aux fêtes du Cinquantenaire de l'Union des Ingénieurs et Architectes d'Autriche. Ces trois collègues qui habitent Vienne ont bien voulu s'effacer devant le délégué, inconnu encore pour eux, mais venant de France, et lui prêter leur concours le plus empressé.

Le vendredi 17 mars une réunion préparatoire a été tenue dans la soirée au Rathauskeller, pour permettre aux invités de prendre un premier contact avec leurs collègues autrichiens. M. Berger, Président de l'Union des Ingénieurs et Architectes d'Autriche a reçu nos représentants de la manière la plus courtoise.

Les Sociétés étaient au nombre de 65, et il est intéressant de noter que, sur la liste distribuée en séance plénière, la Société des Ingénieurs Civils de France occupait le n° 1.

Le samedi 18 mars a été tenue la réunion solennelle dans la salle des séances du Conseil municipal de Vienne, en présence de M. de

(1) Diverses questions ont été mises à l'ordre du jour du Congrès. Les sections de Navigation, Génie Civil et Militaire seront présidées par M. Paul Dislère, ancien Ingénieur de la marine, et discuteront les sujets suivants :

1° La résistance au mouvement des corps flottants, soit à la mer, soit dans les canaux;

2° L'automobilisme, A le moteur,
B le véhicule,
C la circulation.

Pour chacune de ces questions des rapports seront adressés vers le mois de mai aux personnes qui auront fait connaître leur intention d'assister aux séances des sections, rapports indiquant, avec un historique succinct de la question, l'état actuel de la science et les points spéciaux sur lesquels pourrait porter le plus utilement la discussion.

Les Ingénieurs qui ont bien voulu se charger de ces rapports sont : pour la résistance des corps flottants : à la mer, M. Terré, Ingénieur de la Marine ; dans les canaux, M. F. de Mas, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées ;

Pour l'Automobilisme, MM. Cuénot et Mesnager, Ingénieurs des Ponts et Chaussées.

Le programme des travaux spéciaux des sections serait le suivant :

Vendredi 15 Septembre ; Matin — *La résistance des corps flottants.*
Après-midi — *Visite du port et de ses installations mécaniques.*
Lundi 18 Septembre ; Matin — *Communications diverses.*
Après-midi — *Visite de paquebots et de navires de pêche.*
Mardi 19 Septembre ; Matin — *L'Automobilisme - communications diverses.*
Mercredi 20 Septembre ; Matin — *L'Automobilisme - suite de la discussion.*
Après-midi — *Expériences d'automobiles.*

En fixant aux derniers jours de la session, à la veille de la visite de l'Association Britannique, la discussion des questions relatives à l'automobilisme, on espère réunir à Boulogne un grand nombre de voitures des différents types.

Adresser les réponses, soit à M. Dislère, 10, avenue de l'Opéra, Paris, soit au Secrétaire du Conseil de l'Association, 28, rue Serpente, Paris.

Wittek, ministre des Chemins de fer, de M. de Dipauli, ministre de l'Intérieur, de M. le comte de Kielmansegg, gouverneur de la province de la Basse-Autriche, de M. le maréchal de Gudenus et de plusieurs autres hauts fonctionnaires.

M. le Président Berger prononce le discours de bienvenue; M. le comte de Kielmansegg remet ensuite à l'Union des Ingénieurs et Architectes, au nom de l'Empereur, la grande médaille d'or de l'Art et de la Science. Après divers autres discours et la remise des adresses par les délégués des Sociétés étrangères, M. Stöckl, architecte, présente le Livre d'or, rédigé pour la circonstance et donnant la description des ouvrages exécutés par les Membres de l'Union depuis sa fondation. Un exemplaire en sera offert à notre Société, ainsi, du reste, que le compte rendu de toutes les fêtes. Enfin, la séance a été clôturée par un discours très intéressant de M. l'Ingénieur en chef des Mines Rücker, sur les progrès réalisés depuis cinquante ans dans le domaine technique; il sera intéressant de comparer le travail de M. Rücker avec les exposés analogues publiés l'an dernier pour notre Cinquantenaire.

Le soir a eu lieu le banquet traditionnel, à la fin duquel le premier étranger ayant pris la parole a été le délégué de la Société des Ingénieurs Civils de France, qui a rappelé, aux applaudissements de l'assistance, que les premiers travaux de régularisation du cours du Danube ont été exécutés par nos Collègues, MM. Hersent et Couvreux.

La journée du dimanche a été consacrée à la visite des grands travaux en cours d'exécution à Vienne.

En premier lieu les réservoirs destinés à régulariser le cours de la Wien, réservoirs qui n'ont pas moins de seize cent mille mètres cubes chacun et qui reçoivent l'excédent des eaux de cette rivière, à laquelle est néanmoins assuré un débit de 400 m^3 par seconde.

Puis ensuite le chemin de fer métropolitain qui comprendra quatre lignes, dont deux sont déjà en exploitation, et qui servira non seulement à établir une communication entre les divers quartiers de la ville, mais aussi et surtout à relier entre eux les chemins de fer précédemment existants, et à permettre aux Viennois d'aller habiter la campagne. L'ensemble du réseau aura un développement de 35 *km* environ. Enfin, la dernière visite a été consacrée aux travaux de transformation du canal du Danube en un port de commerce avec collecteurs latéraux servant d'égouts. Tous les documents relatifs à ces importants travaux seront sous peu envoyés à la Société et un résumé en sera donné dans le Bulletin.

M. Jacqmin termine en insistant sur la cordialité de l'accueil reçu par le délégué français de la Société de la part de nos Collègues Viennois et des membres de la municipalité et du gouvernement.

M. le Président remercie M. Jacqmin d'avoir si bien représenté ses Collègues à Vienne, et de sa promesse d'analyser, pour le Bulletin de la Société, les documents qui nous seront envoyés.

L'ordre du jour appelle la communication de M. C. de Perrodil sur un *nouveau signal d'alarme acoustique pour voies ferrées.*

M. C. de Perrodil dit qu'il a l'intention de présenter un appareil

donnant aux voyageurs, circulant sur les voies ferrées, une sécurité plus grande que celle obtenue actuellement, et rappelle le fonctionnement du signal appelé *signal carré d'arrêt absolu*, signal composé le jour d'une cocarde carrée peinte en damier blanc et rouge, et la nuit de deux feux rouges. Ce signal ne doit jamais être franchi, sous aucun prétexte, par le mécanicien. On a déjà essayé, pour les cas de brouillard ou d'autres cas accidentels, de le compléter par des pétards placés sur le rail au moment de la fermeture du signal, ces pétards devant être écrasés par la locomotive lorsque le signal n'a pas été aperçu. Malheureusement, ces procédés sont encore insuffisants. Les inconvénients des signaux-pétards, actuellement en usage, sont nombreux, et M. de Perrodil en fait l'énumération. Les principaux sont les ratés par suite de l'humidité, la non-explosion des pétards par suite de la fermeture incomplète du disque, le mouvement du porte-pétard étant solidaire de celui du disque et le pétard, dans ce cas, ne se trouvant pas placé exactement sur le rail, etc.

Dans l'appareil Cousin-Soubrier, qui est présenté ce soir à la Société, les cartouches sont à douille en cuivre à percussion centrale, analogues aux cartouches de guerre et protégées par une bourre en feutre gras recouverte d'une couche de paraffine fondue, par conséquent, imperméables à l'humidité de l'air.

Le canon de l'appareil est également protégé par une plaque de recouvrement.

Ces cartouches sont placées à 1,30 *m* du sol, donc au niveau du tablier de la locomotive et à gauche de la marche du train. L'explosion est, par ce fait, rendue bien plus perceptible au mécanicien. Aussitôt la cartouche éclatée, un circuit électrique, fermé automatiquement, actionne une sonnerie placée au poste qui commande le signal et avertit l'employé que le signal a été franchi et qu'il doit remplacer les cartouches.

Les cartouches sont réamorçables, ce qui réduit la dépense à celle de la charge de poudre, c'est-à-dire à une somme insignifiante.

L'explosion a lieu quel que soit le degré de fermeture du signal, et peut être réglée à l'angle de fermeture que l'on désire.

Enfin, l'appareil Cousin-Soubrier peut être fixé directement au disque, ou bien posé sur un fût et manœuvré isolément, indépendamment du disque lui-même.

Quant à cet appareil, il se compose de deux parties essentielles : la boite d'explosion et le mouvement de déclenchement des percuteurs. La description, avec figures, en sera donnée dans le Bulletin.

M. Ch. Baudry, avant de présenter quelques observations que lui a suggérées la communication de M. de Perrodil, rappelle que l'arrêté ministériel du 15 novembre 1885, connu sous le nom de *code des signaux*, ne prescrit l'emploi des signaux détonants que pour compléter, le cas échéant, les signaux optiques *mobiles* seuls. Par signaux mobiles, on entend ceux faits à la main en des points quelconques, à l'aide de drapeaux ou de lanternes.

Quant aux signaux fixes, ceux qui commandent l'arrêt sont de trois sortes :

Les disques ou signaux ronds;

Les signaux d'arrêt absolu;
Les sémaphores.

Les signaux d'arrêt absolu et les sémaphores sont placés au voisinage immédiat de l'obstacle qu'ils protègent et dans la position où ils commandent l'arrêt, ils ne doivent être franchis par aucun train.

Les disques, au contraire, sont des signaux avancés qui protègent à distance.

« Dès qu'un mécanicien, dit le Code, aperçoit un disque fermé, il doit se rendre immédiatement maître de la vitesse de son train par tous les moyens à sa disposition, et ne plus s'avancer qu'à une vitesse réduite pour être en mesure de s'arrêter à temps dans la partie de voie en vue, s'il se présente un obstacle ou un nouveau signal commandant l'arrêt. »

Par conséquent, les disques sont régulièrement franchis par les trains qui les rencontrent à l'arrêt.

Le Code ne prescrit l'emploi de pétards ni pour appuyer les signaux d'arrêt absolu, ni pour appuyer les disques. C'est logique pour les signaux d'arrêt absolu, puisque ceux-ci ne doivent jamais être franchis. Cela se justifie moins pour les signaux avancés; mais cela s'explique par la difficulté de remplacer les pétards de ces signaux, à cause de leur éloignement du poste qui les manœuvre (800 à 1 500 *m*).

En fait, les Compagnies arment souvent de pétards les signaux d'arrêt absolu moins pour avertir le mécanicien que pour marquer leur faute quand ils franchissent ces signaux.

Elles ne placent pas de pétards auprès des signaux avancés à cause de la difficulté signalée plus haut.

Des explications qui précèdent découle la critique suivante de l'appareil qui vient d'être présenté. Il ne s'applique ni au cas des signaux mobiles pour lequel seul les signaux détonants sont officiellement prescrits, ni au cas des signaux avancés pour lesquels ces signaux, sans être prescrits, seraient d'une incontestable utilité. Il est spécial au cas des signaux d'arrêt absolu pour lequel le système actuellement employé, et qui est beaucoup plus simple, parait très suffisant.

Pour ces motifs, M. Baudry ne croit pas cet appareil destiné à se répandre, au moins sous sa forme actuelle.

Il n'en serait probablement pas de même d'un appareil qui résoudrait d'une manière pratique l'adjonction aux disques avancés de signaux détonants se réamorçant d'eux-mêmes après chaque explosion.

M. le Président donne connaissance à la Société de deux lettres reçues à propos de cette communication, de façon que M. de Perrodil puisse ainsi répondre à l'ensemble des observations.

La première de ces lettres est de notre Collègue, M. Salomon, Ingénieur en chef du matériel et de la traction aux chemins de fer de l'Est, elle est ainsi conçue :

« Monsieur le Président,

» Vous avez bien voulu me demander mes observations et remarques
» au sujet de la communication que M. de Perrodil se propose de faire
» sur un *nouveau signal d'alarme acoustique pour voie ferrée, système Cou-*

» *sin-Soubrier*. Il convient d'examiner successivement le principe et les » dispositions de l'appareil.

» En ce qui touche son principe, cet appareil me semble n'être qu'une » autre forme des porte-pétards actuellement en usage. On peut faire » jouer à ces porte-pétards tous les rôles que M. de Perrodil indique » pouvoir être remplis par l'appareil Cousin-Soubrier. Celui-ci n'apporte » pas un nouvel organisme de sécurité pour l'exploitation des chemins » de fer.

» En ce qui touche les dispositions de l'appareil, il est impossible de » les juger d'après une description et même un dessin d'exécution. Un » service assez prolongé permettrait seul de dire s'il présente plus d'avan- » tages et moins d'inconvénients que les porte-pétards actuels.

» Toutefois, il n'est pas possible d'admettre l'avantage qui résulterait » de la position de l'appareil d'explosion placé à 1,30 *m* au-dessus du » sol, à gauche de la marche du train, et de telle sorte que *le chauffeur* » *entende à coup sûr le bruit de l'explosion*. Ce n'est nullement l'oreille du » chauffeur qu'il faut atteindre, mais celle du mécanicien (ce n'est, » d'ailleurs, qu'une question d'intensité de son). Le chauffeur est ab- » sorbé par la conduite de la chaudière, et à certains moments ne peut » pas entendre le signal acoustique.

» Veuillez agréer, etc. » L. SALOMON. »

La seconde lettre est de notre Collègue M. Cossmann, Ingénieur-chef des services techniques de l'exploitation au chemin de fer du Nord. Elle est ainsi rédigée :

» MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

. . . .

» Les objections faites par M. de Perrodil au sujet de l'emploi des pé- » tards sont surtout applicables aux pétards à poser à la main, quand » un conducteur se porte rapidement à l'arrière du train pour le cou- » vrir en cas de détresse, car il est juste de faire remarquer que le pétard » conjugué avec le signal carré d'arrêt absolu est moins un signal » d'alarme qu'un *moyen de contrôle destiné à convaincre le mécanicien* » qu'il a franchi le signal pendant que le voyant est à la position » d'arrêt.

» Cette réserve faite, si le fonctionnement de cette boîte ingénieuse, » mais délicate, est satisfaisant, si la cartouche résiste mieux que les » pétards à l'humidité, si, enfin, l'augmentation de prix n'est pas trop » considérable, il est certain que l'emploi de l'appareil Cousin-Soubrier, » à tous les signaux carrés d'arrêt absolu, pourrait avoir des avantages.

» Mais il ne résout pas la question, bien autrement importante, des » pétards, dont sont munis les agents de train, pour être posés ou enlevés » à volonté, *en un point quelconque de la voie*.

» D'ailleurs, l'emploi des pétards, pour doubler les *signaux fixes à dis-* » *tance*, n'est réglementaire qu'*en cas de brouillard* ou de neige intense ; » on ne comprendrait pas, en effet, l'adjonction, en temps ordinaire, » d'un signal détonant qui *commande l'arrêt absolu*, à un disque *rond* qui » prévient seulement le mécanicien de l'existence d'un obstacle sur la » voie, à *800 m plus loin*.

» Par conséquent, l'appareil Cousin-Soubrier, qui est à poste fixe, ne » pourrait non plus convenir pour doubler les disques à distance en cas » de brouillard ; et, pour ces derniers, il faut donc s'en tenir soit aux » pétards posés à la main, soit alors au *crocodile* en usage sur le réseau » du Nord, et destiné à faire déclencher le sifflet d'alarme du méca- » nicien (quand il franchit un disque rond à l'arrêt) et, en outre, à » avertir, dans certains cas, la gare prochaine du passage d'un train au » disque.

» S'il s'agissait de faire une transformation radicale, c'est bien plutôt » à ce dernier appareil, plus complet, fonctionnant régulièrement depuis » vingt ans, qu'il faudrait recourir.

» Veuillez agréer, etc. » M. Cossmann. »

M. C. de Perrodil répond, en ce qui concerne l'objection signalée dans la lettre de M. Cossmann et qui se rapporte à la remarque faite tout à l'heure par notre vice-Président M. Baudry, que MM. Cousin et Soubrier n'ont pas voulu appliquer leur appareil à tous les signaux, mais assurer la couverture au signal carré d'arrêt absolu. Il lui parait que les pétards actuels ne remplissent pas le but ; il peut se présenter des moments où le disque d'arrêt absolu n'est pas vu par le mécanicien et le chauffeur, ils peuvent le franchir et venir écraser un train de voyageurs qui stationne dans une gare secondaire. Il semble indiscutable qu'il y a dans l'emploi du nouvel appareil une sécurité de plus pour les Compagnies, sécurité qui est très importante, vu les accidents considérables qui arrivent.

M. Baudry fait observer que, dans la Compagnie du P.-L.-M. comme dans la plupart des autres Compagnies, les signaux carrés sont toujours précédés d'un disque avertisseur. C'est ce dernier signal qu'il faut absolument voir, parce que, si on voit le carré, n'ayant pas vu le disque avertisseur, on ne s'arrête pas à temps. Il serait évidemment utile, en cas de brouillard, de l'appuyer par des signaux détonants, mais ceci ne pourrait se faire qu'à la condition de remplacer automatiquement les cartouches tirées, par conséquent, d'avoir un revolver à la place d'un simple canon. C'est seulement pour les signaux avancés que le problème est intéressant, et non pour les signaux carrés d'arrêt absolu, qu'on ne doit pas franchir ; pour ceux-ci, le pétard est surtout employé en vue de constater la faute commise.

M. Cousin répond que son collaborateur et lui ont cherché un moyen de prévenir le mécanicien dans le cas où il ne verrait pas le disque. Sans doute, on doit le voir, mais s'il échappe pour une cause quelconque, il est bon d'avoir d'autres manières d'être averti.

D'autre part, cet appareil peut manœuvrer partout où on veut, et indépendamment de n'importe quel signal.

C'est un appareil de sécurité pouvant être placé au signal avancé aussi bien qu'au disque d'arrêt absolu.

M. Chevrier fait remarquer que le fait de ne pouvoir remplacer le pétard aussitôt son explosion n'en subsiste pas moins, et c'est ce qui fait que cet appareil ne lui semble pas pratique.

Du reste, deux ou trois remplacements possibles de pétards seraient tout à fait insuffisants, car il n'est pas rare que, sur des lignes très chargées, des signaux avancés à l'arrêt soient franchis, pendant des heures de circulation intense, par un nombre important de trains se suivant de près et, par suite, 30 à 40 pétards au moins seraient nécessaires à tel de ces signaux dans l'espace de quelques heures.

M. le Président fait observer que, comme on vient de le dire, les Ingénieurs des chemins de fer sont d'avis que le pétard est surtout utile au disque avancé; et, comme il n'y a pas de garde au disque avancé, il faudrait un système automatique qui permît, chaque fois que le pétard aurait été écrasé, de le remplacer par un autre, et ainsi de suite, de façon à remplir, avec ces pétards, le but que l'on obtient, à la Compagnie du Nord, avec le système du *crocodile*, qui est évidemment un signal ayant pour but d'avertir d'une façon acoustique le mécanicien sur sa locomotive, qu'il a franchi ce disque avancé.

M. H. Forest dit qu'il y a vingt-cinq ans il a proposé de doubler les signaux à distance par des appareils à pétards répétiteurs pouvant emmagasiner de 25 à 30 cartouches.

Cet appareil n'a pu être pratiquement appliqué par suite du supplément de frottement qu'il fallait vaincre pour provoquer la rotation du disque dont la manœuvre reste toujours fort délicate.

C'est alors qu'il a créé, dans le même but et de concert avec notre regretté Collègue Lartigue, le crocodile et le sifflet électro-automatique dont vient de parler M. le Président et qui reste en usage à la Compagnie du Nord.

M. E. Derennes craint qu'il n'y ait des inconvénients à munir de pétards les signaux avancés qui sont couramment franchis par les trains. Au signal carré, les pétards ne détonent que par accident ou par faute. Il lui semble qu'il serait incommode pour les voyageurs d'avoir continuellement des explosions en pleine voie, la nuit surtout.

Personne ne demandant plus la parole, M. le Président remercie M. de Perrodil de son intéressante communication.

La parole est à M. Lencauchez pour sa communication sur l'*Emploi des gaz*.

M. A. Lencauchez fait remarquer que le gaz des hauts fourneaux a été employé pour la première fois à Vierzon en 1812-13 par Aubertot (voir le *Journal des Mines* de 1814).

M. Lencauchez rappelle que c'est à deux des fondateurs de la Société que l'on doit les applications générales des gaz de hauts fourneaux, de 1840 à 1850, feux Laurent et Thomas.

Il donne des renseignements sur le gaz à l'eau (remontant à 1855 et 1858) fait en cornues et sur le gaz mixte de houille et à l'eau fait également en cornues.

M. Lencauchez fait voir que le prix du gaz de houille, *question de main-d'œuvre, d'amortissement, d'intérêt du capital, etc. (frais généraux), mise de côté*, comme gaz de chauffage, est au même prix au mètre cube que la houille au kilogramme : d'où, si la houille vaut 20 *f* la tonne

soit 0,02 *f* le kilogramme, le mètre cube de gaz vaut également 0,02 *f*.
Il discute ensuite la fabrication du gaz de M. Riché et conclut que si le bois employé à cet effet coûte aussi 20 *f* la tonne, soit 7 *f* le stère environ, le prix de l'unité calorifique du gaz de bois Riché est trois fois et demie plus grand que celui du gaz de houille.

MM. Riché et Manaut désirent répondre à la communication que vient de faire M. Lencauchez, mais vu l'heure avancée, demandent que la discussion de cette communication soit remise à la première séance.

M. le Président annonce que cette discussion sera reprise au commencement de la prochaine séance.

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de MM. A. Barbou, P. Doucet, P. Fleury, A.-Ch.-J. Guénée, E.-L.-A. Guiard, P.-L. Le Magnen, G.-E. Macaire, J.-A. Thirion, F. Virat, J. Wauthy, Ch. Wauthy, comme membres sociétaires et de M. S. Fabre, comme membre associé.

MM. H. Bouchacourt, E. Boulet, G. Chadapaux, J.-L.-G. Coingt, V. Dufour, E. Fleurent, F.-P. Gautier, C.-P. Gautier, E.-L. Harris, R. Le Garrec, I. Lévy, L. Magne, A. Portait, L. Ravel, sont reçus membres sociétaires, et :

MM. J.-E. Bricq, A. Descours, membres associés.

La séance est levée à 11 heures et demie.

Le Secrétaire,
Georges Courtois.

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 21 AVRIL 1899

Présidence de M. G. Dumont, Président.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

Au sujet du procès-verbal de la dernière séance, M. le Président donne lecture d'une lettre où MM. Soubrier et Cousin font remarquer qu'en présentant leur signal acoustique, ils n'ont nullement prétendu modifier le mode d'emploi des pétards, mais bien les remplacer, dans la presque totalité des cas, par un système n'ayant pas leurs inconvénients. S'ils l'ont appliqué au signal carré d'arrêt absolu, c'est uniquement pour fixer les idées; mais ils auraient pu faire leur démonstration sur tout signal où les pétards sont employés. Ils ajoutent qu'en temps de brouillard le Code de signaux prescrit l'adjonction, aux signaux optiques fixes,

de signaux mobiles faits par des agents en avant des disques avancés, et appuyés eux-mêmes par des pétards : la présence d'un agent les dispense donc de compliquer leur appareil d'un système à répétition. Enfin, nos Collègues estiment que cet appareil préviendrait les accidents, au lieu de se borner, comme font les pétards aux signaux carrés, à constater les fautes des mécaniciens.

M. Ch. Baudry conteste que le Code des signaux prescrive d'envoyer un homme au disque.

M. le Président conclut qu'il faut voir dans l'appareil, non pas un perfectionnement à tel ou tel signal, mais un procédé général pour mettre un signal acoustique à côté d'un signal optique quelconque.

Sous bénéfice de ces observations, le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. le Président a le regret d'annoncer les décès de MM.

Ch.-E. Guerner, Membre de la Société depuis 1890, ancien élève de l'École Centrale (1885); a été professeur à l'École supérieure du Commerce et à l'École professionnelle de l'Est;

A.-J. Mesnard, Membre de la Société depuis 1864, ancien élève de l'École des Arts et Métiers d'Angers (1844); a été Vice-Président de la Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers, Ingénieur en chef des Établissements Cail, et Ingénieur de la Compagnie continentale d'Exploitation des locomotives sans foyer, Membre du Comité en 1884. Le Président de la Société des Ingénieurs Civils a suivi le convoi de notre regretté Collègue, et notre Vice-Président M. Mesureur, en sa qualité de Président de la Société des anciens élèves des Écoles d'Arts et Métiers, a dit sur sa tombe les paroles d'adieu;

F. Salgues, Membre de la Société depuis 1887, ancien élève de l'École des Arts et Métiers d'Aix (1846); a été Ingénieur aux Établissements Cail, puis Ingénieur représentant de la Compagnie de Fives-Lille;

A. Wallaert, Membre de la Société depuis 1858, ancien élève de l'École Centrale (1851), chevalier de la Légion d'honneur; a été manufacturier, Administrateur de la Banque de France, Président du Tribunal de Commerce de Lille.

M. le Président a le plaisir de signaler les distinctions et nominations suivantes :

M. le baron Sadoine a reçu l'ordre du double Dragon chinois, et la Récompense du Maroc;

M. P. Juppont a été nommé Officier d'Académie;

Enfin, la Commission d'organisation du Congrès international de Mécanique appliquée à l'Exposition de 1900, Commission composée de 45 Membres, en comprend 26 faisant partie de la Société. Ce sont MM.

A. Loreau, *Vice-Président;*

Ch. Boyer-Guillon, Ch. Compère, L. Masson, G. Richard, *Secrétaires:*

E. Badois. L.-A. Barbet, E. Bariquand, Ch. Baudry, Ch. Bourdon, E. Bourdon, A. Brüll, G. Canet, E. Diligeon, A. de Dion, G. Forestier, F.-G. Kreutzberger, J. Le Blanc, A. Liébaut, A. Mallet, S. Périssé, A. Peugeot, E. Polonceau, E. Simon, R. Soreau, G. Tresca, *Membres.*

Parmi les ouvrages reçus, M. LE PRÉSIDENT signale le don fait par M. J. Carimantrand de cent une brochures relatives au VI[e] et VII[e] Congrès de navigation, et le don de huit brochures fait par MM. Conrad et Massalski, pour compléter les documents remis par M. Carimantrand.

M. LE PRÉSIDENT fait part des communications suivantes :

M. le Directeur de la Société du Canal et des Installations maritimes de Bruxelles envoie le cahier des charges des travaux à exécuter depuis le quai de Quenast jusqu'à l'aval du pont de l'avenue van Praet. L'adjudication aura lieu à Bruxelles, le 15 septembre prochain;

La Société des Ingénieurs et Architectes Autrichiens nous informe qu'une médaille commémorative a été frappée à l'occasion de son Cinquantenaire. Cette médaille nous sera envoyée comme un souvenir de notre participation à ces fêtes. M. LE PRÉSIDENT propose d'adresser, dès maintenant, nos remerciements à la Société des Ingénieurs et Architectes Autrichiens; *(Approbation.)*

Deux obligations de la Société sont à vendre; le Secrétariat donnera des renseignements aux Collègues qui désireraient s'en rendre acquéreurs.

M. LE PRÉSIDENT donne la parole à M. L. Delphieu pour la *Présentation d'appareils électriques d'annonces pour l'exploitation des chemins de fer.*

M. L. DELPHIEU donne d'abord quelques indications sur le système électrique imaginé par notre ancien Président M. Jousselin, puis il indique les transformations que lui a fait subir son inventeur.

Le récepteur a gardé jusqu'ici sa disposition primitive. La face de l'appareil porte une couronne circulaire, divisée en 21 cases d'égale largeur, et devant laquelle une aiguille peut se déplacer par mouvements de 1/21[e] de tour. La case du haut, qui correspond au repos de l'aiguille, porte une croix ; les autres cases portent des numéros de 1 à 20 dans le sens des heures d'une horloge. Une autre couronne concentrique, extérieure à la première, est constituée par 21 cartouches correspondant aux 21 cases ; chacun d'eux reçoit une inscription déterminée : ordre, annonce, avis, etc. Sous l'action d'un courant venant du poste d'annonce, l'aiguille effectue autant de vingt-uniémes de tour qu'il y a eu d'émissions de courant, jusqu'à ce qu'elle s'arrête devant l'annonce voulue, puis elle est ramenée à la croix par le garde du poste : ce mouvement rétrograde opère le remontage du ressort moteur. A chaque émission de courant, suivie d'une interruption, un électro-aimant du récepteur attire, puis abandonne un levier d'échappement, qui laisse faire un tour à un pignon denté engrenant avec une roue calée sur l'axe de l'aiguille. Le nombre des dents du pignon et celui des dents de la roue sont dans le rapport de 1 à 21 ; il en résulte que l'aiguille avance d'une case par chaque révolution du pignon. En même temps une came, solidaire de l'arbre sur lequel le pignon est monté, soulève puis abandonne un marteau qui frappe sur un timbre, et appelle l'attention de l'agent du poste récepteur.

Au début, le transmetteur était pourvu d'une manette dont l'abaissée fermait le circuit sur le récepteur correspondant; en abandonnant la manette à elle-même, on coupait le circuit. Un compteur mécanique enre-

gistrait le nombre d'émissions, c'est-à-dire le nombre de divisions franchies par l'aiguille du poste récepteur à partir de la croix. A ce système on a substitué une clef à deux contacts fixée sur le plateau du récepteur placé au poste d'où partent les annonces; c'est ce récepteur même qui fait office de compteur, car le courant le traverse d'abord et agit sur lui comme sur le récepteur du poste auquel s'adresse l'annonce.

M. Delphieu dit que les appareils Jousselin rendent de très réels services. Il ajoute qu'on s'est demandé néanmoins si, par des retouches peu importantes, on ne pouvait pas leur donner quelques qualités nouvelles. C'est ainsi que M. Facq, sous-inspecteur des services techniques à la Compagnie de l'Ouest, a réalisé les conditions suivantes : quel que soit le rang du cartouche d'annonce, la manœuvre n'exige plus qu'une seule action sur la clef à double contact; les déplacements de l'aiguille du récepteur et ceux de l'aiguille du transmetteur concordent entre eux; le poste transmetteur reçoit automatiquement l'accusé de réception de l'annonce qu'il a lancée.

Pour arriver à ces résultats, M. Facq a monté, sur l'axe du pignon de rouage, un commutateur sur lequel frottent deux balais. Les plans de frottement ne se confondent pas, et, dans la masse du commutateur, qui est métallique, on a inséré deux segments de matière isolante, un sur chaque chemin de frottement, de telle sorte que l'un des balais prenne contact avec la masse métallique du commutateur, pendant que l'autre repose sur l'isolant. Les balais sont intercalés dans le circuit des piles, de manière que le courant lancé d'un appareil à un autre passe par la masse du nouveau commutateur de chacun de ces appareils, et par l'un seulement des balais qui s'y appuient. L'action sur la clef à double contact du transmetteur fait franchir à l'aiguille 1/21e de tour, comme dans le système primitif, tandis que le pignon accomplit une révolution complète. Mais ce pignon entraîne le commutateur qui en est solidaire; en raison de la position donnée aux balais et aux parties isolantes du commutateur, le courant de la pile du poste transmetteur est lancé, dès le démarrage de l'aiguille, vers l'appareil récepteur, dont il provoque le premier temps de l'échappement; le second temps s'effectue dès que la rotation du commutateur, dans le premier appareil, coupe le circuit qu'il fermait sur la ligne. Aussitôt, la rotation du commutateur se produit dans le récepteur, dont l'aiguille se déplace d'une division. L'achèvement de la rotation de ce dernier commutateur amène au contact de sa masse métallique un balai qui ferme sur la ligne le circuit de la pile du poste récepteur; ce courant agit sur l'appareil du premier poste, comme tout à l'heure le courant de l'appareil transmetteur agissait sur lui-même. Les envois alternatifs de courant se succèdent ainsi, automatiquement, d'un appareil à l'autre, chacun devenant tour à tour récepteur et transmetteur, jusqu'à ce que l'aiguille du transmetteur vienne buter sur une fiche préalablement introduite dans un trou ménagé à cet effet, en regard du cartouche portant l'inscription à envoyer. Le retour à la croix, qui arme les appareils, s'opère comme dans le système primitif.

Entre deux postes, reliés par un seul fil de ligne, et avec un seul appareil à chaque poste, on peut transmettre des annonces de l'un à l'autre dans chaque sens. Mais une annonce ne peut être reçue simultanément

par plusieurs postes, ce qui est quelquefois désirable. Il faut alors s'en tenir à l'emploi du système Jousselin.

M. Facq est mort jeune, avant d'avoir eu la satisfaction d'assister à la première application de son appareil sur le réseau de l'Ouest. L'adaptation de son perfectionnement à un appareil Jousselin peut s'effectuer facilement et avec une faible dépense.

M. le Président remercie M. Delphieu des explications qu'il a données sur l'ingénieux dispositif du regretté M. Facq, et constate que ce dispositif complète heureusement l'appareil Jousselin, en l'appropriant aux signaux qui se faisaient autrefois par des tableaux avertisseurs et nécessitaient un grand nombre de fils. Il demande s'il y a beaucoup d'installations.

M. Delphieu répond qu'il y en a peu en raison de l'extrême nouveauté de l'appareil; mais on va installer une quinzaine de postes, et transformer un certain nombre d'appareils Jousselin. Il ajoute que M. Facq, pendant son court passage à l'Ouest, a réalisé d'autres inventions intéressantes, qu'il aura peut-être l'occasion de signaler à la Société.

M. le Président prend acte de cette promesse. Puis il donne la parole à M. C. Barbey pour sa communication sur *les Chemins de fer du Jura et des Alpes italiennes.*

M. C. Barbey dit que cette entreprise résulte de deux événements : commencement des travaux du tunnel du Simplon, et rachat des cinq grandes Compagnies de chemins de fer suisses par la Confédération. Après une période de préparation qui a duré plus de quarante années, le tunnel du Simplon est entré, depuis le mois de juillet 1898, dans la période d'exécution. Cette longue incubation est due à l'abstention de la France et à la situation économique de l'Italie. C'est donc la question financière qui a été l'obstacle principal. La Direction actuelle des chemins de fer du Jura-Simplon a surmonté les dernières difficultés en obtenant 15 millions de subventions italiennes, ainsi que 55 millions de subventions suisses et de capital pour l'entreprise.

Le percement du Simplon est donc assuré, et cela dans les meilleures conditions économiques et techniques, car le tunnel adopté est celui de base, d'une longueur de 20 *km*. Mais le passage du Simplon ne résout pas la question dans son ensemble, car les voies pour y arriver vers le Nord doivent traverser d'une part le Jura, et d'autre part la chaîne des Alpes bernoises. Or, le tunnel n'est qu'à 701 *m* d'altitude; c'est le passage alpin le plus inférieur, et il est nécessaire de maintenir cet avantage aux voies d'accès. Pour le Jura, il suffira d'améliorer le passage actuel, qui se trouve à une altitude de 1 114 *m*, aux Hôpitaux, sur la ligne de Vallorbes à Pontarlier. Pour les Alpes bernoises, le canton de Berne a donné son adhésion complète au percement du Lötschberg, qui sépare la vallée du Rhône de la vallée de l'Aar. Ce projet prévoit un tunnel de 18,5 *km*, avec voies d'accès de 25 0/00. Malgré ses difficultés techniques et l'importance des capitaux à engager, il sera prochainement mis à exécution, grâce à l'énergique persévérance des Bernois.

Quant à la Suisse romande, elle se trouve actuellement en présence

d'une ligne à voie unique de Mouchard à Daillens (bifurcation sur la ligne de Lausanne à Neuchâtel), avec déclivités de 20 et 25 0/00, courbes de 350 *m* et rebroussement à Vallorbes. Les seuls travaux dont l'exécution soit assurée consistent dans la pose d'une double voie de Mouchard à Pontarlier; mais la Compagnie P.-L.-M. ne s'est pas préoccupée d'améliorer sur ce parcours les sinuosités et les déclivités de la ligne. En 1881, M. Jean Meyer, Ingénieur en chef de la Compagnie Suisse-Occidentale-Simplon, avait fait une étude complète de la correction de la ligne Mouchard-Daillens, en ramenant les déclivités à 15 0/00. La partie principale de son projet comprenait la construction de la ligne Frasne-Vallorbes, avec un tunnel de 6,8 *km* sous le mont d'Or, et la correction de la ligne Daillens-Vallorbes. Si le rachat des chemins de fer suisses n'avait pas été voté, les Compagnies du Jura-Simplon et du P.-L.-M. se seraient sans doute entendues pour exécuter ces diverses améliorations; mais la prochaine liquidation des Compagnies de chemins de fer suisses éloigne ces dernières des travaux de longue haleine.

Afin de sauvegarder les intérêts de la Suisse romande, qui a fait de grands sacrifices pour l'entreprise du tunnel du Simplon, un conseil d'études, dû à l'initiative privée, s'est proposé de contribuer à résoudre la question du passage du Jura. Il a étudié un nouveau tracé de Daillens à La Joux, qui donne un raccourci total de 25 *km* sur la ligne actuelle de Lausanne à Paris, et qui permettra de gagner trois heures par suite de la création d'une grande ligne internationale. La déclivité maxima sera de 15 0/00, le rayon minimum des courbes de 500 *m*, la charge maxima par essieu de 20 *t*. Ce tracé dessert environ vingt localités éloignées de tout chemin de fer. Il ne présente aucune difficulté technique, sauf le tunnel du mont d'Or, qui aura 6,8 *km*.

La communication de M. Barbey porte plus spécialement sur l'établissement de cette ligne de Daillens-La Joux. Il montre, par une série de projections, les principales dispositions adoptées pour les stations, le matériel fixe et le matériel roulant, dispositions qu'il a fallu étudier en détails afin d'obtenir une base pour le calcul des frais d'exploitation.

On a supprimé les passages à niveau, dont le gardiennage sur territoire suisse est très onéreux. Pour les toitures des gares et des autres bâtiments, on a adopté le ciment ligneux, qui évite les frais de déblaiement des neiges. Comme type de voie, on a choisi un rail Vignole de 50 *kg* à ciel ouvert et de 55 *kg* en tunnel. Les barres, d'une longueur de 18 *m*, sont posées sur trente traverses en bois, et sont munies de joints système Ruppel, à six boulons.

Les locomotives à voyageurs ont trois essieux accouplés, avec roues de 1,75 *m*, un bogie à deux essieux et quatre cylindres compound disposés suivant le type Nord. La surface de chauffe totale est de 280 m^2, la surface de grille de 3,2 m^2 et le timbre de 16 *kg*. Le poids adhérent est de 60 *t* et le poids total de la machine de 80 *t*. Le tender, à bogies, pèse 40 *t* en charge. Ces machines peuvent remorquer 150 *t* à la vitesse de 75 *km*, et 250 *t* à 60 *km*, sur déclivités de 15 0/00.

Les locomotives à marchandises ont quatre essieux accouplés, avec roues de 1,300 *m* de diamètre, un bissel à un essieu, et quatre cylindres de front en arrière du bissel. La chaudière est celle du type à voyageurs.

Le poids adhérent est de 80 *t*, et celui sur le bissel de 10 *t*. Ces machines remorqueraient 600 *t* à la vitesse de 30 *km*, sur déclivités de 15 0/00.

La construction de la ligne internationale du Jura peut être estimée à 40 millions, y compris la transformation pour la traction électrique des lignes locales actuelles, qui perdraient tout trafic de transit par suite de la création de la nouvelle artère.

M. E. Badois demande ce qu'il faut entendre par toiture en ciment ligneux; en France, cette expression n'est pas d'un usage courant.

M. L. Potterat explique qu'on désigne ainsi une toiture en bois, recouverte d'une couche de sable et de quelques feuilles de papier goudronné sur lesquelles on met du gravier.

M. E. Badois constate que ces toitures ne sont pas inconnues en France; il en a vu récemment à l'usine de M. Dyckhoff, à Bar-le-Duc. Il reconnait qu'en effet, elles sont avantageuses dans les pays de pluies fréquentes ou de neiges.

M. le Président remercie M. Barbey des renseignements qu'il a bien voulu apporter à la Société.

Puis il ouvre la discussion des communications de MM. F. Manaut et L. Roman sur *le gazogène au bois Riché à distillation renversée*, et de M. A. Lencauchez sur *les différents gaz employés dans l'industrie.*

Cette discussion, à laquelle prennent part MM. Riché, Manaut, Roman, Lencauchez et Badois, donne lieu à de nombreuses et très intéressantes observations, qui seront analysées dans le Bulletin à la suite du mémoire de M. Lencauchez.

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de MM. A.-R. Chasteau, E.-E. Guinier, A. Martins-Rodrigues, C. Maschwitz, P.-Ch.-V. Moreau, P.-H. Poinsard, G. Trélat, E.-A. Zuber, comme membres sociétaires; et de MM. S. Einhorn, E. Pichot et A. Puech, comme membres associés.

MM. A. Barbou, P. Doucet, P. Fleury, A.-Ch.-J. Guénée, E.-L.-A. Guiard, P.-L. Le Magnen, G.-E. Macaire, J.-A. Thirion, E. Virat, J. Wauthy, Ch. Wauthy sont reçus membres sociétaires, et M. S. Fabre membre associé.

La séance est levée à minuit un quart.

Le Secrétaire,
R. Soreau.

DE L'EMPLOI DES DRAGUES ET EXCAVATEURS

DANS L'EXPLOITATION DES ALLUVIONS AURIFÈRES

TABLE DES MATIÈRES

DE L'EMPLOI
DES
DRAGUES ET EXCAVATEURS
DANS
L'EXPLOITATION DES ALLUVIONS AURIFÈRES

PAR

M. R. de BATZ

INTRODUCTION

Il y a quelques mois, au cours d'un voyage aux États-Unis, nous avons eu l'occasion d'étudier certains appareils destinés à exploiter des alluvions aurifères d'un caractère particulier, analogues à celles qui constituent la presque totalité des gisements travaillés en Sibérie. Ces dernières alluvions se distinguent par leur superficie souvent considérable, leur manque de pente et les infiltrations aqueuses qui les imprègnent : elles sont mises en valeur par des procédés encore primitifs qui ne permettent de traiter qu'un cube limité et que du sable d'une certaine richesse (1).

L'introduction, pour remplacer le travail à la main, de procédés mécaniques permettant d'exploiter des alluvions pauvres, est maintenant facilitée par la construction du Grand Transsibérien et par l'amélioration des voies navigables de la Sibérie Orientale. On peut atteindre, sans trop de difficultés, des points relativement rapprochés des centres d'exploitation et transporter sur ceux-ci le matériel pesant de la grande industrie minière ; et on peut prévoir le moment où la mise en valeur des alluvions aurifères sibériennes prendra un nouvel essor, en entrant dans ce qu'on peut appeler l'ère de l'exploitation industrielle.

Dans ces conditions, nous avons pensé qu'il ne serait pas sans

(1) Voir les *Gisements aurifères de Sibérie : leur condition actuelle et leur avenir*, par R. de Batz. 1 vol. avec plans, carte et photographies, chez Dunod, Paris.

intérêt — pour ceux des Ingénieurs, nos Collègues, qui s'occupent de la construction d'appareils d'excavation et de dragage — d'être mis au courant de l'état de la question. Nos bonnes relations avec l'Empire Russe nous garantissent une certaine préférence vis-à-vis de nos concurrents commerciaux, et je serais heureux si ce simple résumé pouvait conduire quelques-uns de nos compatriotes à s'ouvrir en Sibérie un débouché pour leurs appareils.

I

Quelques notes sur l'origine des placers, leur mode de formation et les procédés d'exploitation appliqués aux différents gîtes.

Les *placers* — on sait que sous cette appellation d'origine espagnole on désigne d'une façon générale les gisements alluvionnels aurifères — les placers ont été formés par la désintégration, sous l'influence des agents atmosphériques, des roches contenant le métal précieux : filons de quartz avec minéralisation plombeuse, cuivreuse ou ferrugineuse, d'une part ; roches anciennes sédimentaires, contenant l'or à l'état infinitésimal, d'autre part ; roches éruptives, enfin. La désintégration de ces roches diverses — sous les actions successives de la chaleur, du froid, des érosions dues au vent ou à la pluie — suivie d'un remaniement, d'une classification et d'une concentration partielle dans la masse des matériaux entraînés par les eaux, a donné lieu à des sables et à des graviers, plus ou moins étendus, plus ou moins puissants, plus ou moins riches, dans lesquels l'or, à l'état de paillettes et de pépites a été accumulé dans des conditions qui, souvent, en rendent plus aisée l'extraction.

Et, quelle que soit la théorie adoptée pour expliquer la présence de l'or dans ces alluvions, soit qu'on admette que les particules du métal précieux aient été arrachées telles que aux roches primitives, soit que l'on suppose une action chimique due à des précipitants sur des solutions aurifères, le fait reste que, dans ces placers, la nature a effectué, au profit de l'homme, un travail préliminaire de concentration qui facilite singulièrement l'exploitation de l'or.

Aussi voit-on que, dans toutes les régions du globe qui ont fourni ou fournissent une proportion considérable de la production totale de l'or, c'est par l'exploitation des alluvions que les

mineurs ont débuté, alors même que les difficultés de transport, le manque de matériel, la cherté ou la mauvaise qualité de la main-d'œuvre, semblaient mettre un obstacle insurmontable à l'établissement d'entreprises minières et métallurgiques.

Suivant leur origine, ou suivant le mode de travail qu'on leur applique, les placers peuvent se diviser en plusieurs catégories.

I. — Les alluvions aurifères classés suivant leur origine.

Si l'on envisage leur *origine*, les alluvions sont : 1° ou *modernes*, c'est-à-dire soit encore en voie de formation à l'époque géologique actuelle, soit de date relativement récente et postérieure aux grands mouvements de submergence, d'émergence et de plissements de l'époque tertiaire, c'est-à-dire qu'elles ont pris naissance depuis que le relief de notre globe a acquis sa physionomie actuelle ;

2° Ou bien elles sont *anciennes*, c'est-à-dire qu'elles ont été formées avant l'époque géologique actuelle et qu'elles ont été soumises aux grands mouvements et aux bouleversements de l'écorce terrestre.

1° Les placers modernes, dont le mécanisme de formation a pu être étudié en maints endroits, peuvent généralement se diviser de la façon suivante :

a) Les *alluvions en plages*, que les mineurs américains et australiens appellent *bars ;*

b) Les *alluvions de ravins*, appelées *gulch diggings ;*

c) Les *alluvions submergées*, qui occupent le fond des cours d'eaux actuels et qui donnent lieu à ce qu'on appelle *le river mining*.

2° Les placers anciens se divisent en :

d) Alluvions d'anciennes rivières ;

e) Alluvions marines ;

f) Alluvions fossiles.

Nous allons entrer dans quelques détails descriptifs au sujet de ces diverses espèces d'alluvions.

a) Plages ou Bars. — Dans les cours d'eau les plus importants, les accumulations alluvionnaires — graviers et sables — se produisent surtout en ces points où le courant se ralentit, tels que les convexités des courbes et les environs immédiats des con-

fluents de tributaires plus rapides. L'or fin, qui ne s'est pas déposé dans les torrents alimentant le cours d'eau en question, est entraîné plus ou moins loin selon sa pesanteur spécifique, son volume, etc., ainsi que suivant la vitesse du courant, modifiée souvent par les crues ou les maigres : mais il arrive toujours qu'il tombe au fond et cela dans les endroits où le courant se ralentit ou forme un remous. Le diagramme ci-joint indique la loi de disposition de ces plages *(fig. 1)*.

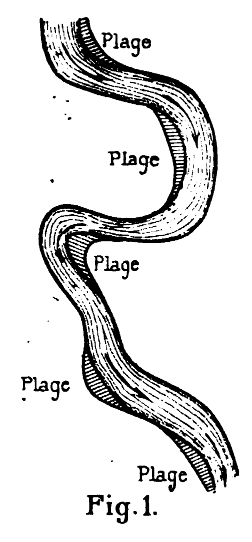


Fig. 1.

Ces accumulations, que l'on peut travailler à l'époque des basses eaux, sont souvent assez riches en or pour justifier des travaux dispendieux ayant pour but de détourner momentanément le cours d'eau : parfois aussi elles offrent un champ facile à l'exploitation par des dragues qui, flottant dans le lit de la rivière, élèvent le gravier jusqu'à des sluices suspendus.

Ces plages présentent deux particularités : la première, qu'elles se reforment et, qu'après les avoir lavées, on peut, au bout de quelques années, y retrouver une nouvelle quantité d'or apportée par le courant ; la seconde, c'est que, dans une vallée large, où un cours d'eau change de lit fréquemment, on peut les trouver à une distance relativement assez grande de la rivière actuelle. Il va sans dire que ces dernières plages sont beaucoup plus difficiles à trouver que celles qui sont en voie de formation, dissimulées qu'elles peuvent être sous des alluvions postérieures et sous une couche de détritus végétaux, recouverte elle-même d'une végétation plus ou moins épaisse.

b) Alluvions dans les ravins (gulch diggings). — L'eau ne peut pas entraîner loin l'or lourd. Aussi les placers les plus riches se trouvent-ils dans les petits affluents de tête des cours d'eau plus importants : ces petits affluents coulent dans des vallées étroites ou des ravins désignés sous le nom générique de *gulches*.

L'or s'y trouve sur le bed-rock, soit qu'il provienne d'une usure lente de ce bed-rock, s'il est aurifère, et de son altération sous l'influence des mouvements imperceptibles du gravier, soit qu'il provienne de la désintégration des parois rocheuses du ravin sous des influences diverses — pluie, gelée, éboulements, — désintégra-

tion accompagnée d'une sorte de filtration des éléments de plus grande densité à travers la masse des roches fragmentées. Généralement, l'or trouvé dans ces gulches ne porte pas les traces d'un long transport et contient souvent des fragments anguleux de quartz.

Ici, comme dans le cas des alluvions des vallées plus importantes, la portion la plus riche du ravin ne correspond pas nécessairement au thalweg de ce dernier, le lit du cours d'eau étant sujet à de fréquents déplacements à travers les débris et pouvant changer d'une année à l'autre par raison d'un simple éboulis.

C'est ce genre d'alluvions, plus faciles à déterminer, plus profitables à exploiter, que les prospecteurs travaillent d'ordinaire au début de la mise en valeur d'une région neuve.

c) *Alluvions submergées.* — Ce sont celles qui occupent le lit présent des fleuves, des rivières et de leurs affluents de moindre importance. Elles sont généralement difficiles à atteindre, souvent elles sont inexploitables par les moyens ordinaires : de plus, la distribution de l'or y est sujette à dés irrégularités causées par les changements qu'apportent les crues.

d) Les alluvions *d'anciennes rivières*, ou, — comme nous les avons définies — dues à des rivières qui coulaient avant que le relief actuel de notre globe fût établi, se distinguent des alluvions modernes en ce qu'elles ne sont plus comprises dans le système actuel de drainage, ainsi que par leur puissance et leur volume. L'exemple le plus remarquable et le mieux étudié de ces graviers

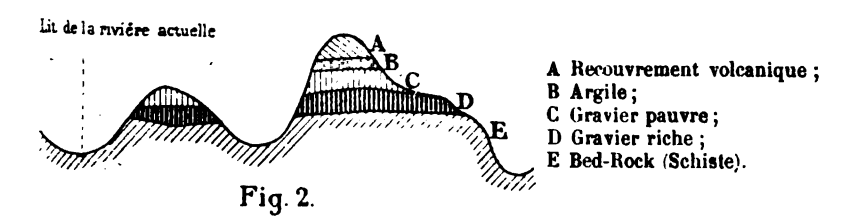


Fig. 2.

de rivières, tertiaires ou prétertiaires, est celui des alluvions que l'on a rencontrées sur le versant occidental des Sierras de Californie, où elles ont été protégées contre l'action des érosions modernes par des recouvrements de lave ou de cendres, transformées aujourd'hui en tufs volcaniques, et que l'on a pu suivre en Colombie Britannique et jusqu'en Alaska (*fig. 2*).

On les trouve jusqu'à des altitudes de 1 500 *m* au-dessus du niveau de la mer : leur puissance est quelquefois considérable, atteignant jusqu'à 180 *m*.

Dans certains districts, on a pu tracer deux ou trois lits *(channels)*, indiquant autant de périodes d'activité dans l'action des eaux. Le gravier, formé de blocs de quartz et de débris de toutes les roches métamorphiques encaissantes et sous-jacentes, est parfois cimenté par une substance calcaire ou siliceuse.

Le gravier le plus riche se trouve sur le bed-rock, et l'on a observé, dans la distribution de l'or, que ces anciennes rivières obéissaient, pour le dépôt des matériaux qu'elles charriaient, aux mêmes lois qui régissent les rivières présentes; les accumulations les plus riches se sont trouvées dans les courbes et à ces endroits où, la pente du bed-rock étant moindre, la vitesse du courant se ralentissait et permettait aux matières les plus lourdes de tomber au fond.

A ces alluvions aurifères, dues à l'action d'anciennes rivières, infiniment plus puissantes que les rivières modernes, on peut rattacher certains dépôts composés d'éléments de grande ténuité et auxquels on peut raisonnablement attribuer une origine *lacustre*, contemporaine de celle des graviers de rivières. On cite, sur le cours du bas Yukon, des alluvions occupant une superficie de 160 *km* sur 300 *km*, à travers lesquelles le lit actuel de ce fleuve serpente pour près de 300 *km*. Bien que contenant de l'or, ces alluvions ne peuvent généralement pas être considérées comme exploitables, à cause de l'extrême division du métal précieux.

e) On croit devoir donner une *origine marine* à des alluvions couvrant des étendues considérables, ayant une grande puissance et que l'on a observées en Colombie Britannique et en Alaska. Se présentant sous forme de terrasses successives, aujourd'hui situées à des altitudes de plusieurs milliers de pieds au-dessus du niveau de la mer (le professeur Dawson en a observé dans des localités fort éloignées les unes des autres, à une altitude moyenne de 4 à 5 000 pieds), on ne peut les considérer que comme des dépôts marins, analogues à ceux qui se forment encore aujourd'hui sur les côtes de Californie *(beach sands)*, dépôts qui auraient été amenés dans leur position topographique actuelle par un mouvement d'émergence de la côte. Ces alluvions, tant en Colombie Britannique que dans l'Alaska, sont fréquemment aurifères, et l'or qu'elles contiennent, arraché aux anciennes

roches métamorphiques, subit une seconde concentration dans le lit des cours d'eaux actuels.

f) Enfin, on doit classer comme *placers fossiles* certaines alluvions qui, sous l'action de mouvements de pression ou sous certaines influences métamorphiques, se sont changées en conglomérats cimentés et qu'on ne peut exploiter qu'avec l'aide des explosifs. A ce type on peut rattacher les couches des *Black Hills* du Wyoming et les *bankets* du Transvaal : nous avons déjà mentionné que certains graviers des anciennes rivières tertiaires du système californien ont subi un commencement de cimentation.

II. — Les alluvions aurifères classées suivant leur mode d'exploitation.

Si l'on se place maintenant au point de vue des procédés mis en œuvre pour les exploiter et en extraire l'or qu'ils renferment, les placers peuvent se diviser en *placers recouverts*, *placers découverts* et *placers submergés;* et si l'on ne tient pas compte des variantes nécessitées par les conditions locales, on peut ramener aux types suivants les méthodes d'exploitation en usage dans les différents pays.

a) *Placers recouverts.* — Les uns, les placers *fossiles*, conglomérats ou graviers cimentés, sont exploités par de véritables travaux de mines et de carrières, et la roche, amenée à la surface par des galeries et des puits, est soumise à un broyage, puis à une amalgamation *(Black Hills, Witwatersrand);* les autres, placers anciens, recouverts d'une trop forte couche de stérile et de débris volcaniques *(Californie)*, ou placers modernes dont la couche payante se trouve immédiatement sur le bed-rock, sous une grande épaisseur de stérile *(Alaska, Sibérie Orientale, Transbaïkalie et Léna)*, sont exploités par le système connu sous le nom de *drift-mining*, dans lequel on atteint la roche de fond par des puits, pour ensuite abattre par galeries la couche immédiatement sus-jacente : le gravier extrait est lavé sur des sluices ou des tables de types divers.

b) *Placers découverts.* — Les placers découverts, s'ils sont riches et de peu d'étendue, sont travaillés à profit par les méthodes les plus simples de lavage, au *pan*, à la *batée*, au *berceau*, au *vache-*

guert (1), au *long-tom*, au *sluice*. Les sables, extraits à la pioche et à la pelle, sont transportés jusqu'au lieu où se fait le lavage.

Ces moyens, ne permettant que l'exploitation de quantités restreintes, sont remplacés, dans le cas d'alluvions riches et couvrant une large surface, par des procédés où l'on met en action des appareils plus compliqués, jeu de sluices, machine sibérienne avec trommel ou cuve, etc. — le travail à la terre se faisant toujours par la main-d'œuvre humaine.

Les placers puissants, tels que les alluvions d'anciennes rivières, ont donné naissance, en Californie, à la méthode dite *hydraulique*, dans laquelle les bancs de sable, et souvent — s'ils ne sont pas trop épais — les stériles qui les surmontent, sont abattus par de puissants jets d'eau, la masse d'eau et de graviers passant ensuite dans de longs sluices. Cette méthode a permis, dans des conditions favorables, d'exploiter avec profit des alluvions à teneur très minime, et l'on cite des cas où une teneur de 0,50 *f* au mètre cube a donné lieu à de forts bénéfices. Mais il convient de ne pas oublier que la méthode hydraulique, pour être employée avec succès, exige, outre les conditions essentielles de la présence d'une teneur raisonnable en or, les trois autres conditions :

1° Le terrain doit être assez meuble pour être abattu par la force du jet, en même temps que la roche de fond doit être solide ;

2° On doit se procurer de l'eau en quantité abondante, fournissant aux ajutages une forte pression ;

3° La topographie du terrain doit être telle que les résidus du lavage s'éliminent sans aucune aide.

Faute de la présence de l'une quelconque de ces trois conditions, on court au-devant d'un échec — ou tout au moins d'une réussite médiocre.

c) Pour les *placers submergés*, il faut d'abord distinguer entre ceux qui le sont d'une manière permanente et ceux qui, à l'époque des basses eaux, sont laissés à sec. Ces derniers, que ce soit des plages de rivières ou des plages marines, sont alors exploitées par les procédés usités pour les placers découverts.

Quant aux alluvions constamment submergées, on a cherché à les exploiter par deux procédés distincts :

1° En détournant le cours d'eau ; c'est le *river mining* des Cali-

(1) Table de lavage sibérienne.

forniens, et cette opération, facile à exécuter sur de petits cours d'eau, présente d'énormes difficultés lorsqu'il s'agit de torrents avec un courant rapide et sujets à des crues subites, ou de fleuves roulant une masse d'eau considérable. Des millions ont été dépensés en barrages, et un bien petit nombre de ces entreprises ont été couronnées de succès;

2° En employant des dragues qui affouillent le sol et rejettent le gravier sur des tables de lavage. C'est surtout en Nouvelle-Zélande que ce mode d'exploitation a pris son plus grand développement.

Il convient, d'ailleurs, de faire observer qu'aucune démarcation bien nette n'existe dans l'application de ces diverses méthodes d'exploitation aux types différents d'alluvions, et que le choix de l'une quelconque d'entre elles dépend essentiellement des conditions économiques locales et non des particularités géologiques du gisement; tel placer pouvant, suivant les circonstances, être travaillé à ciel ouvert ou par galerie souterraine, selon que le coût de la main-d'œuvre permet ou non de découvrir la couche payante.

Si nous avons passé en revue ces classifications des alluvions aurifères, c'est pour mieux faire comprendre combien peu importante est la proportion de ces gîtes que l'on a pu exploiter jusqu'à présent. En réalité, si on laisse de côté les travaux faits par des individus isolés ou par de petites associations d'ouvriers, et si l'on se borne à considérer *l'exploitation industrielle* des placers, on a le droit de dire que les seules alluvions que l'on ait pu exploiter à profit sur une grande échelle sont:

Les alluvions de faible épaisseur, *(shallow placers)* à teneur relativement élevée;

Les alluvions puissantes, à faible teneur, mais dans le cas seulement où le système hydraulique a pu être employé;

L'exploitation par galeries souterraines n'est applicable qu'au cas de couches payantes très riches; et l'exploitation des fonds de rivières a donné lieu à de telles difficultés qu'on l'a toujours considérée comme fort aléatoire.

Pour résumer:

Deux catégories d'alluvions — et qui forment à elles seules, suivant les meilleures autorités, les neuf dixièmes des surfaces

aurifères connues — ont, jusqu'à ces derniers temps, résisté aux efforts faits pour les exploiter économiquement ; ce sont :

1° Les alluvions submergées :

2° Les alluvions de peu de puissance, mais couvrant une grande superficie et, par suite, cubant un fort volume, d'une teneur moyenne, situées dans des vallées à faible pente qui ne se prêtent ni à l'écoulement rapide de l'eau, ni à l'entraînement, d'eux-mêmes, des refus du lavage. La difficulté étant la même, du reste, si ces alluvions se trouvent dans des régions privées d'eau, comme c'est le cas pour les placers de Montana, du Colorado, de la Californie, de l'Utah, de l'Arizona, ou si elles sont dans des terrains marécageux (Sibérie), car le problème se résume à manier un cube considérable, avec un minimum de frais, par l'emploi de moyens mécaniques.

En ce qui concerne les alluvions submergées, nous avons déjà dit que des résultats satisfaisants avaient été obtenus en Nouvelle-Zélande.

Pour les alluvions minces, l'étude du problème a été reprise aux États-Unis dans ces deux ou trois dernières années, depuis que la baisse de l'argent a rappelé l'attention des prospecteurs, des mineurs et des capitalistes sur les vastes étendues de sables aurifères à teneur minime qui se rencontrent dans maints endroits des Montagnes Rocheuses. Bien qu'encore à l'état d'essais et d'expériences, les solutions proposées paraissent assez intéressantes pour qu'on les étudie avec quelques détails. Ces solutions se rapportent d'ailleurs presque exclusivement à deux types :

1° Emploi d'un excavateur porté sur rails, avançant sur le bedrock et jetant les sables sur des sluices ou tables de lavage ;

2° Emploi d'un ponton flottant porteur d'une drague.

Avant d'entrer dans la description de ces appareils, il est bon de faire remarquer le changement radical qu'introduisent dans leur méthode de travail les Ingénieurs américains. Leur ancien type de « sluice » était caractérisé par sa longueur atteignant plusieurs centaines de pieds ; par le volume et la capacité du courant d'eau employé ; et enfin par ce fait que *tout* le gravier, fin et gros, passait dans le sluice, causant naturellement une perte d'or et de mercure : ces différentes caractéristiques étant solidaires les unes des autres, puisqu'une faible pente et un volume considérable de sable et de gravier exigeaient une grosse quantité d'eau pour éviter les arrêts et les engorgements.

Dans les nouveaux appareils qu'ils proposent et dont quelques-uns fonctionnent déjà, ces mêmes Ingénieurs ont reproduit, sans la connaître, la technique sibérienne, à savoir : élimination immédiate des gros éléments du gravier, ce qui réduit énormément la proportion à laver sur les tables et rend possible l'emploi d'un moindre volume d'eau ; forte pente donnée au sluice avec faible épaisseur d'eau sur les sables ; petite longueur des tables, puisque dans ces circonstances l'or n'a plus de tendance à être entraîné loin du point où il tombe sur les tables.

II

Emploi des Excavateurs.

Généralités sur les Excavateurs

Les excavateurs ou *steam shovels* — dont l'idée n'est pas neuve puisque le premier fut construit en 1839 par M. Otis, de Boston — sont d'un usage général aux États-Unis pour les travaux de chemins de fer, de terrassements, de canalisation et d'exploitation de mines à ciel ouvert. Les fabricants les plus connus sont.

The Marion Steam Shovel C°, Marion, Ohio, U. S. A ; The Vulcan Iron Works, Toledo, Ohio, U. S. A. ; The Bucyrus C°, South Milwaukee, Wisconsin, U. S. A.

Ces machines diffèrent dans le détail, mais le principe est toujours le même :

Une charpente A (*fig. 3*), montée sur des boggies ordinaires, porte

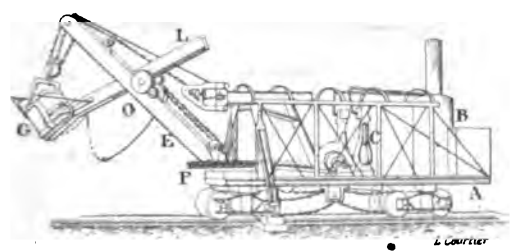


Fig. 3.

une chaudière B qui actionne un moteur C : ce moteur, par des embrayages, commande la marche en avant ou en arrière de tout l'appareil et met en mouvement la plaque tournante P, sur laquelle est fixée la poutre mobile E, qui peut décrire un arc horizontal de 180° à 220° ; cette poutre, dont l'angle avec l'hori-

zontale est réglé par des chaînes, porte à peu près en son milieu un bras L, qui peut monter et descendre sur la crémaillère O ; ce bras L lui-même est terminé par le godet G muni de dents d'acier qui fouillent le sol.

L'opération se décompose alors comme suit : abaisser le bras L, fouiller le sol avec le godet G, par un mouvement de bascule remonter le godet G, puis la poutre E; faire tourner la poutre E de façon à l'amener au-dessus du réceptacle à remplir ; enfin faire basculer le godet G.

Ces excavateurs sont construits d'une manière extrêmement robuste et peuvent supporter des efforts considérables. Les boggies sont du type ordinaire en usage sur les voies ferrées américaines et l'appareil tout entier peut être couplé à un train.

Le tableau suivant résume les diverses caractéristiques des steam-shovels mis sur le marché par la *Marion Co.*

DIMENSION	CAPACITÉ du godet	NOMBRE de moteurs	FORCE du moteur	FORCE de la chaudière	RÉSISTANCE que peut vaincre l'appareil	POIDS de l'excavateur	VOLUME excavé en 10 heures	HAUTEUR à laquelle le godet peut être levé	PRIX à New-York
	m^3		ch	ch	t	t	m^3	m	f
AA	1,912	2	50	60	30	52	765 à 2 300	3,00	39 000
A	1,147	2	32	40	20	35	612 à 1 530	»	28 600
C	0,573	1	20	25	10	16	306 à 612	»	
RR	0,382	1	16	20	6	14	153 à 459	»	

Les steam-shovels de la *Bucyrus C°* sont des types suivants :

CAPACITÉ des GODETS	DIMENSIONS des CYLINDRES du moteur	POIDS de L'EXCAVATEUR	DIMENSIONS du CHARIOT PORTEUR	VOLUME EXCAVÉ en 10 heures	HAUTEUR à laquelle LE GODET peut se vider
m^3	mm	t	m	m^3	m
0,382	125 × 200	12			
1,147	200 × 250	35			3,00
1,338	200 × 300	45	10,05 × 3	765	
1,530	225 × 325	55	10,35 × 3		3,60
1,912	250 × 350	60	11,25 × 3		3,60
2,295	300 × 350	70			

Quant aux frais d'opération d'un excavateur, voici comment l'on calcule, aux États-Unis, pour le type ayant un godet de

1 1/2 yard cube, = 1,347 m^3, les dépenses étant rapportées à l'excavation et au chargement de wagonnets, au pied de l'excavateur — pour dix heures.

1er mécanicien.	$	4,50	=	23,40 f (1)
2e — (pour la manœuvre du godet).		3 »	=	15,60
Chauffeur.		2,50	=	13 »
2 manœuvres, à $ 1,25.		2,50	=	13 »
Combustible (8 m^3).		4 »	=	20,80
Graisse, huile, etc.		0,75	=	3,90
Amortissement du capital.		2,50	=	13 »
Usure, réparations		2,50	=	13 »
	$	22,25	=	115,70 f
Soit, en y ajoutant pour l'imprévu. .		7,75	=	40,30
	$	30 »	=	156 » f

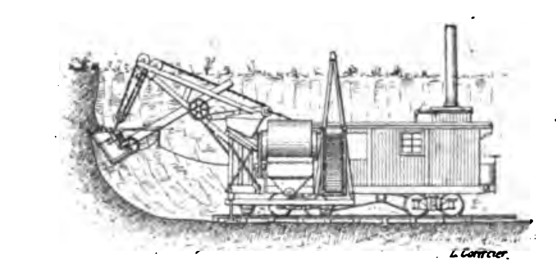
Un total de 30 dollars pour 1 000 yards cubes minimum, soit de 156 *f* pour 765 m^3, c'est-à-dire 3 *cents* par yard cube ou 0,204 *f* par mètre cube.

Il n'est pas surprenant que l'on ait pensé à utiliser ces appareils pour le travail de placers où l'on ne pouvait songer à se servir de la main-d'œuvre coûteuse des États de l'Ouest américain, et où les conditions topographiques ne se prêtaient pas à l'emploi des méthodes d'abatage hydraulique ; aussi, les constructeurs de steam-shovels s'empressèrent-ils de proposer des types d'appareils combinés avec des lavoirs ou des « amalgamateurs ». Malheureusement, un très bon mécanicien peut ignorer complètement les principes les plus élémentaires de la métallurgie de l'or, tout comme, du reste, un mineur expert peut faire construire, sans s'en douter, une monstruosité mécanique; et leurs machines, bien conçues au point de vue de la manipulation des terres, n'ont donné généralement que des résultats mauvais sous le rapport de l'or sauvé. Notons aussi que l'on n'avait jamais cherché à combiner l'emploi de l'excavateur avec un système de transport qui aurait réuni l'excavateur, mobile, avec un lavoir quelconque fixe, la raison en étant dans la quantité de main-d'œuvre exigée par le changement des voies, dont une extrémité doit toujours suivre l'excavateur.

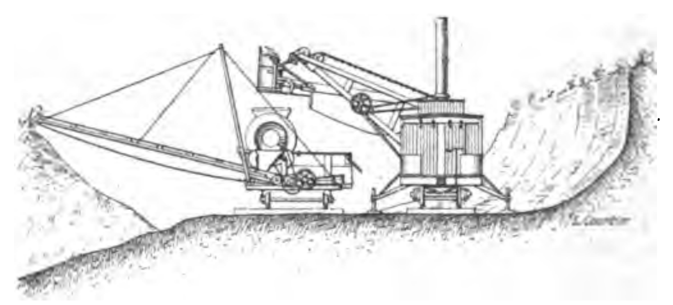
(1) En prenant $ 1 = 5,20 *f*.

Lavoir construit par la « Bucyrus C° ».

Un appareil, construit par la *Bucyrus C°*, pour l'exploitation de certains terrains du Montana, est décrit de la façon suivante



Vue en élévation latérale.



Vue en élévation longitudinale.

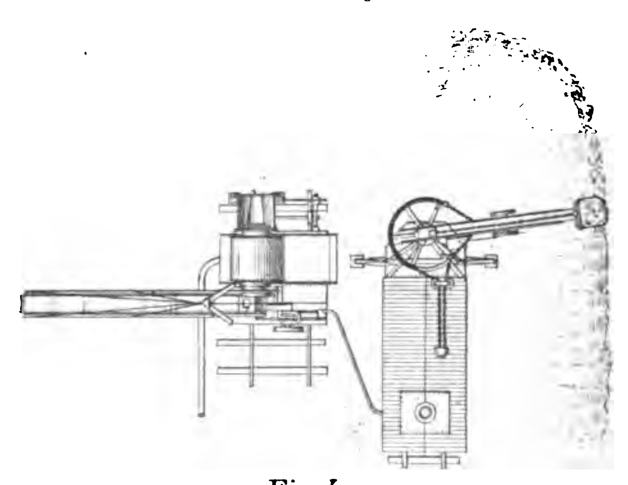


Fig. 4.

Vue en plan.

dans l'ouvrage récent de T. Kirke Rose *(The Metallurgy of Gold)*:

« Il consiste en une combinaison d'un excavateur et d'un « amal-

gamateur » constitué par une auge de tôle, large et en forme de wagonnet; cette auge est garnie de plaques de cuivre amalgamé, qui marquent sur ses parois une série de gradins. Le sable est versé par le godet de l'excavateur dans une trémie et passe dans un trommel situé à l'intérieur de l'auge; dans ce trommel s'effectue la désintégration du gravier, le fin tombant dans l'auge, tandis que le gros est éliminé à l'extrémité du trommel. A la partie inférieure de l'auge se trouve une conduite amenant de l'eau sous forte pression et portant une série d'orifices. L'eau, ainsi introduite, détermine un mouvement d'ascension du sable fin et de l'or qu'il contient, lesquels redescendent sur les côtés de l'auge et viennent en contact avec les plaques amalgamées.... »

Cet appareil pouvait, disait-on, passer de 6 à 800 yards cubes, soit de 450 à 610 m^3, par journée de dix heures, toute l'eau nécessaire étant fournie par une pompe amenant 500 gallons anglais (2 300 *l*) par minute, soit 3 1/2 à 4 fois le volume du sable.. Cet appareil est représenté par les figures 4.

D'après les renseignements que nous avons recueillis à notre dernier voyage en Amérique, plusieurs de ces appareils construits par la susdite Compagnie n'ont pas donné tous les résultats que l'on en attendait, et il n'y a pas lieu d'en être surpris, étant donnée la construction de cet « amalgamateur », condamné à ne rien amalgamer, l'or ayant une tendance à tomber au fond de l'auge... et à y rester, au lieu de suivre docilement le courant d'eau ascendant pour retomber ensuite sur les plaques.

Lavoir employé en Arizona (*fig. 5*).

Une autre combinaison d'un excavateur avec un lavoir — sur

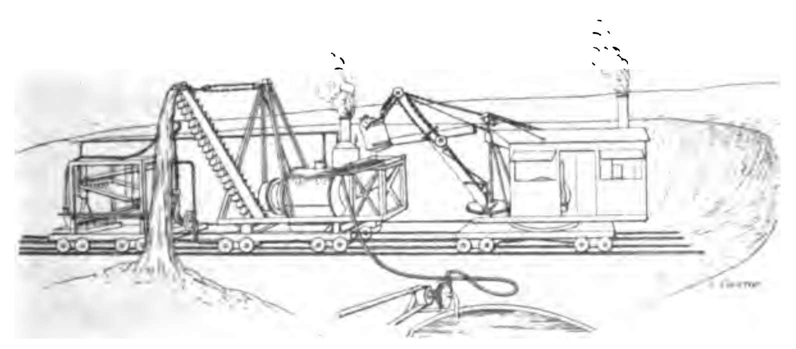


Fig. 5.

des lignes quelque peu plus complexes — a été essayée sur cer-

tains placers d'Arizona. La figure 5 en explique suffisamment l'idée.

Les placers en question couvrent une plaine d'environ 8 miles de long (12,8 *km*) sur 4 de large (6,4 *km*). Leur puissance est d'environ 12 à 15 pieds (3,60 *m* à 4,50 *m*) dans les portions les plus épaisses, de 3 à 4 (0,90 *m* à 1,10 *m*) sur les bords, soit une moyenne d'environ 8 pieds ou 2,50 *m*. Il y a peu de gros galets. La richesse moyenne est estimée à 40 ou 50 *cents* au yard cube, soit de 2,70 *f* à 3,35 *f* au mètre cube.

L'appareil employé — qui en cours de travail a subi de nombreuses modifications de détail — est construit sur les lignes suivantes :

1° Un excavateur fournissant 1 yard cube de gravier par minute (0,765 m^3) ;

2° Un tamis, ou trommel, auquel est adjointe une chaine à godets, pour éliminer les gros éléments du gravier ;

3° Une série de tables inclinées, avec riffles à mercure, sur lesquelles passent l'or, l'eau et le sable fin ;

4° Une pompe amenant l'eau nécessaire pour le lavage (700 gallons américains, soit 2 600 *l* par minute et par yard cube de gravier, ou 4 fois environ le volume du gravier).

Les gros, après passage dans le trommel, tombent dans une cuve où ils sont repris par la chaine à godets et déposés parallèlement à la voie sur laquelle se déplace l'ensemble du système; les fins tombent dans une autre cuve d'où une pompe centrifuge les élève sur la plus haute des tables, en chicane, où doit se faire l'amalgamation. Au bas des tables d'amalgamation, les stériles, ou tailings, sont repris par une seconde pompe centrifuge et rejetés sur le côté avec les gros.

L'appareil se meut dans le placer perpendiculairement à l'axe de la vallée, allant alternativement d'un côté à l'autre.

Cette machine a de bons côtés, mais aussi de mauvais ; elle a de bon le système d'élimination des gros et l'amalgamation des fins ; elle a de mauvais sa complexité, puisque trois chariots porteurs sont nécessités et qu'il faut, pour la circulation de l'eau et du gravier, trois pompes, dont deux rotatives, qui sont souvent la cause d'engorgements et d'arrêts.

On peut estimer que le coût total du traitement n'était pas inférieur à 10 *cents* par yard cube (0,675 *f* par mètre cube).

Lavoir de J.-M. Sweeney (*fig. 6*).

Pour cette même Compagnie, et copiant l'idée maîtresse de l'appareil que nous venons de décrire, un mécanicien de Chicago, M. J.-M. Sweeney, a construit un appareil que nous avons pu voir dans ses ateliers, tout monté, et quelque temps avant qu'on l'expédiât en Arizona.

Un steam-shovel du type ordinaire est placé sur une voie posée sur le bed-rock ; il remorque le lavoir et dépose dans la trémie *H* de celle-ci le sable à laver. L'ouverture de cette trémie est couverte par des barres d'acier, distantes d'environ un pied, et est entourée de conduites *O* distribuant environ 500 gallons (1 900 *l*) par yard cube de gravier jeté dans la trémie.

Ces barres d'acier ont pour objet d'arrêter immédiatement les

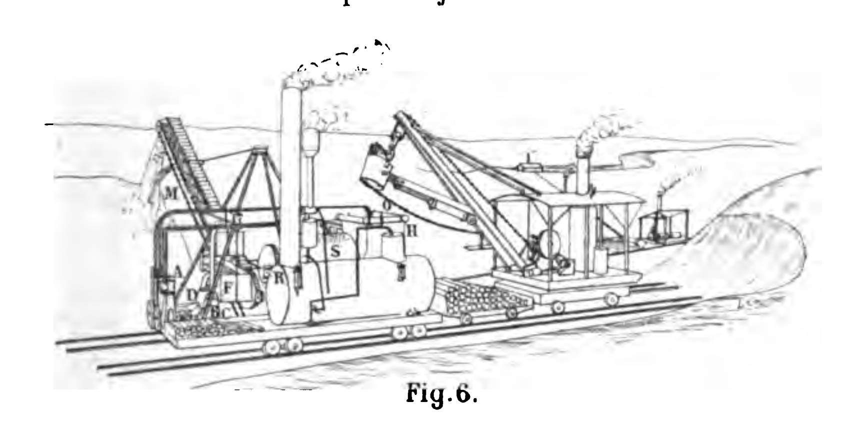


Fig. 6.

plus grosses pierres : un mécanisme spécial, sous la surveillance d'un ouvrier, permet de les rejeter derrière l'appareil, du côté opposé au banc de gravier que l'on attaque.

Le gravier, le sable et l'eau passent de la trémie dans l'intérieur d'un trommel de 7 pieds (2,18 *m*) de long, commandé par le moteur R. Ce trommel S est, en réalité, composé de 3 cylindres concentriques : le cylindre intérieur a 3 pieds (0,90 *m*) de diamètre et est constitué de barres longitudinales espacées de 2 pouces (0,05 *m*) ; le cylindre intermédiaire a 3 pieds (0,90 *m*) de diamètre et est formé de plaques d'acier perforées de trous de 1 1/2 pouce sur 3/4 de pouce (0,037 *m* × 0,018 *m*) ; le cylindre extérieur a 7 pieds (2,10 *m*) de diamètre, est fait de plaques d'acier de 3/16 de pouce (0,005 *m*) d'épaisseur et ses ouvertures sont de 1/4 sur 1/2 pouce (0,006 *m* × 0,012 *m*). Les diverses

pierres et le gros gravier que retiennent chacun de ces cylindres sont constamment poussés en avant par le propulseur hélicoïdal qui forme la charpente intérieure du trommel et tombent dans les godets d'un chaîne qui les dépose en tas derrière l'appareil.

Sous le trommel se trouve un réservoir plein d'eau, construit de telle sorte que les plaques du cylindre extérieur sont constamment immergées. C'est dans ce réservoir que viennent s'accumuler les *fins* qui ont traversé les 3 cylindres. Une pompe centrifuge B, actionnée par un moteur spécial A, sert à remonter le contenu du réservoir et à le verser sur les tables F, sur les riffles desquels l'or se dépose. L'eau et le sable stérile tombent ensuite dans le réservoir C, d'où ils sont repris par une seconde pompe centrifuge D, actionnée elle aussi par un moteur indépendant, et rejetés par le tuyau M sur le tas de débris formé par la chaîne à godets.

L'eau nécessaire est fournie par une pompe prenant l'eau à un réservoir naturel ou artificiel.

Pour *sauver* les grosses pépites qui pourraient ne pas passer à travers les orifices des 3 cylindres du trommel, on a disposé au sommet de la poutre de la chaîne à godets un séparateur spécial.

La machine tout entière est placée sur une plate-forme de 27′ sur 30′ (8,10 *m* × 9 *m*), portée sur 4 boggies, roulant sur deux voies parallèles de 0,70 *m*, distantes chacune de 12 pieds (3,60 *m*) de centre à centre. Cette plate-forme est construite entièrement en fer et en acier et porte, outre le lavoir proprement dit, une chaudière et 4 moteurs indépendants, 1 pour la chaîne à godets, 1 pour le trommel et 1 pour chacune des pompes centrifuges.

Son poids est d'environ 60 *t*. Le combustible pour la chaudière doit être porté sur un tender placé entre le steam shovel et le lavoir. Le poids de l'ensemble du système, steam shovel, tender et lavoir, peut être estimé à 125 *t*, 60 pour le steam shovel, 60 pour le lavoir, 5 pour le tender. Son prix, à Chicago, serait d'environ 30 000 dollars or = 156 000 *f*. On pense pouvoir travailler 100 yards cubes par heure, soit 1 000 yards cubes (765 m^3) par journée de 10 heures.

La figure 6 représente ce que sera l'appareil en opération.

La machine que nous venons de décrire n'ayant pas encore travaillé, on n'a aucune donnée sur les résultats qu'elle peut fournir, tant au point de vue de l'extraction de l'or qu'au point

de vue du coût des operations. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que, en reconnaissant juste et ingénieuse l'idée dominante, il semble qu'elle soit lourde, encombrante et difficilement maniable. De plus, la présence de 5 moteurs, 2 chaudières et 3 pompes (en comptant la pompe d'alimentation) devra forcément donner lieu à des réparations et, par suite, des arrêts fréquents. Il est également discutable que la séparation meilleure que l'on obtient du gros et du fin par le triple trommel justifie une construction si compliquée. Enfin, les tables d'amalgamation, bien que placées en chicane et offrant ainsi une assez grande longueur, ont à prouver qu'elles ont été construites sur des lignes justes.

Lavoir de William M. Johnston.

Un appareil qui, lui, a fait ses preuves pendant toute une saison, est le lavoir inventé par M. Wm. M. Johnston. Nous n'avons pas pu le voir à l'œuvre, la saison ne s'ouvrant au Montana que vers le commencement du mois de mai ; cependant, les renseignements que nous avons recueillis dans les publications techniques, et ceux que l'auteur du projet a bien voulu nous donner lui-même, nous permettent de faire comprendre les points sur lesquels il diffère de ceux que nous venons de mentionner, le principe général restant le même.

M. Johnston s'est, en effet, surtout attaché : 1° à trouver une méthode par laquelle on puisse se débarrasser, sans la laver, de la couche de stérile qui recouvre, 95 fois sur 100, le gravier payant; 2° à élever le gravier à laver à une hauteur telle que l'on ne se trouve pas dans l'obligation de le reprendre au cours des opérations, soit par une chaîne à godets, soit par des pompes ; 3° à faire porter sur la même plate-forme l'excavateur et le lavoir.

C'est une installation de ce genre qui a été faite dans le ravin connu sous le nom de Washington Gulch, Deer Lodge County, Montana, et qui a été en marche depuis le 18 mai 1897, pendant 7 mois, travaillant 10 heures par jour, à l'exception des dimanches et d'un jour consacré à des réparations.

L'excavateur employé, au lieu d'être du type ordinaire que nous avons décrit et qui ne peut décharger son godet qu'à des hauteurs de 10 à 12 pieds (3 *m* à 3,60 *m*) au-dessus de la voie normale sur laquelle il court, est du type construit par la *Marion Steam Shovel C°* pour les travaux de creusement de canaux. Ces excavateurs, munis d'une poutre plus longue, sont tantôt portés

sur des pontons, tantôt sur des rails et prennent alors le nom de *traction dredge*, ou drague à traction. Nous donnons figure 7 un dessin d'une semblable Steam Shovel.

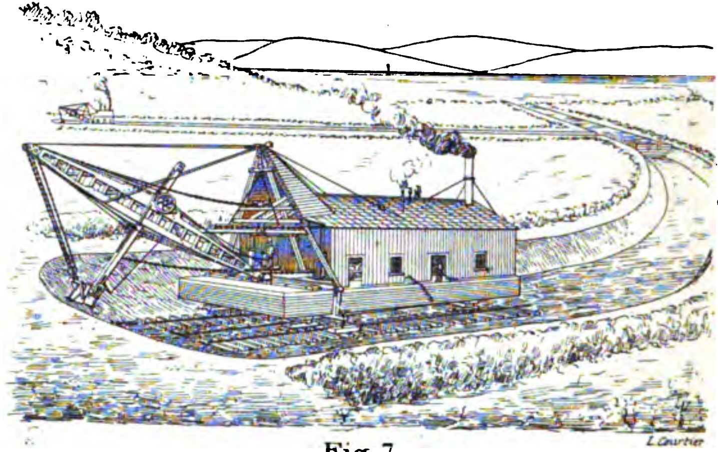


Fig. 7.

Le tableau suivant résume les principales caractéristiques des *traction dredges* construites par la *Marion C°*.

TYPE	CAPACITÉ DU GODET	RAYON D'ACTION	HAUTEUR A LAQUELLE ON PEUT élever les matériaux	LONGUEUR DE LA POUTRE	LONGUEUR DE LA CHARPENTE	LARGEUR DE LA CHARPENTE	HAUTEUR DE LA CHARPENTE	HAUTEUR DES SUPPORTS EN A de la poutre	CAPACITÉ en 10 HEURES
	m^3	m	m	m	m	m	m	m	m^3
RN	1,530	24,00	13,50	24,00	15,00	7,80	3,60	17,40	535 à 1 000
RO	1,530	21,00	12,00	21,00	»	7,20	»	12,30	612 à 1 071
RP	1,530	18,00	10,50	18,00	»	6,60	»	13,20	688 à 1 147
RQ	1,530	15,00	9,00	15,00	»	6,00	»	11,10	765 à 1 224
SS	0,956	15,00	9,00	15,00	12,00	6,00	3,00	11,10	306 à 612
SK	0,956	12,00	7,50	12,00	»	5,40	»	9,00	382 à 765

L'installation de M. Johnston est montée sur une plate-forme, portée sur 4 boggies, qui s'avancent sur 2 voies étroites parallèles, dont les axes sont à 12 pieds (3,60 *m*) l'un de l'autre. Cette plate-forme a 30 pieds (9 *m*) de long, 18 pieds (5,40 *m*) de large et la charpente en A supportant la poutre a 22 pieds (6,60 *m*) de haut. La poutre a 40 pieds (12 *m*) de long et porte un godet d'une capacité de 1 1/4 yard cube (0,956 m^3), maniant de 50 à 80 yards

cubes par heure (de 38 à 60 m^3). Sur la plate-forme même sont disposés une chaudière de 50 chevaux et 2 moteurs qui donnent toute la force nécessaire pour excaver, faire avancer le lavoir, actionner le trommel; au-dessus est placé le trommel, du niveau inférieur duquel partent, vers l'arrière, les sluices, dont l'extrémité inférieure est supportée par des câbles d'acier. D'une trémie, placée au-dessus du trommel, part un plan incliné dont la base s'appuie sur le banc de gravier qu'on travaille et sur lequel est installé un wagonet mû par un va-et-vient.

En marche, le godet se remplit alternativement de la couche supérieure stérile et de la couche sous-jacente payante, jetant la première sur la droite et déposant la seconde dans le wagonet que l'on fait remonter jusqu'à la trémie où il déverse son contenu; le gravier payant est désintégré dans le trommel : les gros galets sont rejetés sur le côté, tandis que le fin passe sur les tables ou sluices : au bas du sluice est une boîte pyramidale où le sable fin s'accumule, tandis que l'eau surmontant s'écoule naturellement. De temps à autre on ouvre une trappe située au bas de la boîte pyramidale et les boues se déposent ainsi à l'arrière de l'appareil, formant une sorte de digue mobile empêchant les revenues d'eau.

Les graviers travaillés dans Washington Gulch ont une épaisseur totale de 16 pieds (4,80 *m*); la pente du bed-rock est de 1 1/2 0/0 (19 pouces pour 100 pieds).

L'eau nécessaire est amenée dans un canal le long de la vallée, et de là à la machine par un tuyau souple qui permet de conserver la prise d'eau sur le canal pendant un temps assez long, tandis que l'installation se meut en avant.

La figure 8 montre l'aspect général du terrain travaillé après

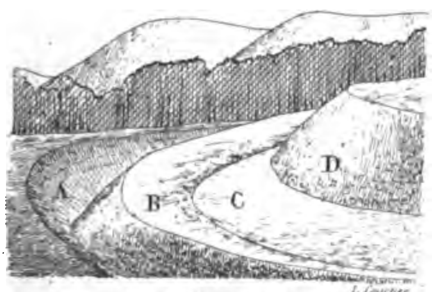


Fig. 8.

passage de la machine : en A est le banc de gravier exploité,

en B se trouvent les refus du trommel, en C les fins tombés des sluices et l'eau du lavage et en D l'on voit le tas de stérile qui n'a pas passé au lavage.

Somme toute, les caractéristiques du lavoir construit par **M. Johnston, sont :**

1° D'être compact et robuste ;

2° De pouvoir lever le gravier à une hauteur de 22 pieds au-dessus du sol, c'est-à-dire d'obtenir assez de hauteur pour que le matériel descende naturellement dans le trommel et sur les tables ;

3° De faire, avant lavage, une séparation du stérile et du riche. c'est-à-dire de permettre de travailler avec un minimum d'eau.

M. Johnston établit de la façon suivante les frais de marche de son appareil, pour 10 heures.

1 contremaître	$ 4,50	=	23,40 *f*
1 premier mécanicien. . . .	4,50	=	23,40
1 deuxième mécanicien . . .	3 »	=	15,60
1 chauffeur	3 »	=	15,60
5 hommes à $ 2,50.	12,50	=	65 »
Combustible : 1 1/2 corde (5,37 m^3).	2,75	=	14,30
Graisse, huile	1 »	=	5,20
Intérêts, amortissement . . .	5 »	=	26 »
	$ 36,25	=	188,50 *f*

Ce qui, pour un minimum de 400 yards cubes en 10 heures, fait 9 *cents* par yard cube (soit 0,61 *f* par mètre cube), et pour un maximum de 800 yards cubes 4 1/2 *cents* par yard cube (ou 0,306 *f* par mètre cube).

Son installation du Montana a marché au prix de 6 $^2/_{100}$ *cents* (soit 0,42 *f* au mètre cube).

Le coût d'une semblable installation serait, sur wagons à Chicago, de $ 9 000 ou 46 800 *f* pour une capacité de 400 yards cubes par journée de 10 heures, de $ 15 000 ou 78 000 *f* pour une capacité de 800 à 1 000 yards cubes et de $ 18 000 ou 93 600 *f* pour une capacité de 1 200 yards cubes. Lors de notre voyage en Amérique, M. Johnston était engagé à construire cinq installations semblables, deux pour le Montana, une pour l'Arizona, une pour le Nouveau-Mexique, une pour la Géorgie. Aussi, en 1899, sera-t-il possible, au printemps, de savoir les résultats pratiques obtenus.

NOUVEAU LAVOIR BUCYRUS *(fig. 9, 10 et 11)*.

La *Bucyrus C°*, découragée par les résultats peu favorables de ses amalgamateurs, a de nouveau mis à l'étude cette question de

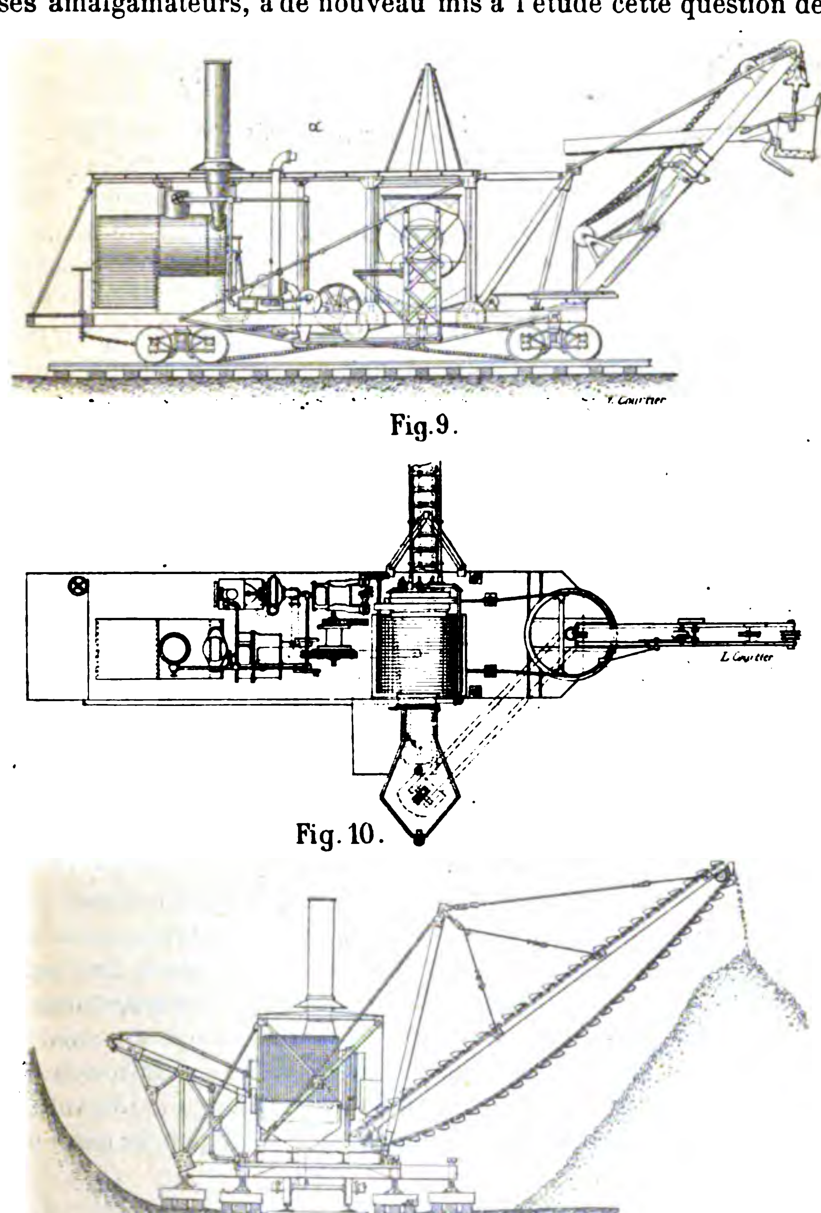


Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

l'emploi des excavateurs pour le travail des placers sans pente. Son nouveau projet est caractérisé par l'emploi de simples sluices, mais présente encore les inconvénients : 1° d'être établi sur une plate-forme trop étroite — faite pour se mouvoir sur une voie ferrée normale ; 2° de déverser le gravier à une trop faible hauteur, de sorte qu'à sa sortie du trommel il a besoin d'être repris pour être lancé sur le sluice par une pompe centrifuge.

Voici la description qu'en donne leur nouveau catalogue : « Cette machine comprend un excavateur; un trommel, dans lequel le gravier est lavé ; une chaîne à godets pour emporter les refus du trommel et les déposer en tas sur le côté ; une pompe centrifuge pour élever jusqu'au sluice l'eau et les fins; un sluice de grande longueur et de grande surface, enfin une pompe indépendante, si l'on n'a pas l'eau sous pression naturelle suffisante... La plate-forme est longue de 36 pieds (10,80 *m*) et large de 10 pieds (3 *m*), le godet est de 1 1/4 yard cube, soit 0,956 m^3... La pompe centrifuge élève les fins et l'eau au-dessus de la construction qui recouvre la machine (en α), et c'est de là que partent les sluices, que l'on dirige suivant le terrain... L'appareil complet pèse 60 *t* et peut traiter 60 yards cubes (46 m^3) par jour... »

III

Emploi des Dragues.

L'idée de faire servir la drague à l'exploitation des alluvions submergées, ou des placers simplement marécageux, devait naître rapidement dans l'esprit des constructeurs et des exploitants, et, de fait, elle n'est pas neuve. Aux États-Unis, c'est en 1857, je crois, qu'on fit les premiers essais, et depuis la richesse des fonds de rivières et des plages submergées (*deep bars*), qu'on ne pouvait atteindre que par des travaux considérables et fort coûteux, excita toujours la cupidité des inventeurs et des adaptateurs. Mais il faut reconnaître que toutes les tentatives ont été suivies d'insuccès, jusqu'à ces dernières années où l'on a introduit en Californie des dragues ayant fait leurs preuves en Nouvelle-Zélande ; et des millions de dollars ont été dépensés dans de vains efforts.

Dragues à grappins, dragues suceuses, dragues à godet unique. — Les dragues à grappins (*clam shell dredges*) excellentes pour les travaux de ports et de rivières, agitent le gravier, causent des remous

et provoquent immédiatement une chute, au fond de l'eau, de l'or ; on en cite qui ont donné de bons résultats, mais ces bons résultats n'étaient qu'absolus et non pas relatifs, c'est-à-dire que les dépenses étaient largement couvertes, mais que l'extraction de l'or était mauvaise ; il en est de même des dragues à godet unique (*dipper dredges*), qu'il est impossible de fermer hermétiquement, quel que soit le genre d'obturateur employé ; une autre objection aux dragues à godet unique est qu'elles ne délivrent le gravier aux tables de lavage que d'une façon intermittente. Les dragues suceuses et les pompes centrifuges, toujours tentantes par leur simplicité, ont démontré maintes et maintes fois qu'elles élevaient à merveille l'eau, souvent le gravier, mais rarement l'or, et fréquemment on a vu ces dragues être obstruées par une accumulation de graviers formant filtre autour de la cloche de succion et ne laissant passer que l'eau, tandis que l'or restait au fond. On soutient, en effet, que les particules d'or peuvent être aspirées par la pompe, la vitesse du courant d'eau étant supérieure à celle qui permettrait à l'or de tomber à travers ce courant, par suite de sa pesanteur spécifique ; ceci est exact, et si les particules d'or pouvaient pénétrer dans l'orifice d'appel de la pompe, elles seraient sans aucun doute élevées jusqu'à la décharge et passeraient sur les tables de lavage ; le malheur, c'est que la force d'aspiration, très considérable dans le voisinage immédiat de l'orifice d'appel, diminue rapidement à une très courte distance de ce point, et qu'alors le sable et le gravier sont seuls aspirés, laissant, derrière, l'or, en raison de sa beaucoup plus grande densité.

De plus, dragues à grappins et dragues suceuses sont également impropres à exploiter des sables aurifères reposant sur un bed-rock rugueux et inégal.

Nous citerons cependant, à titre de renseignement comme exemple d'un travail rémunérateur, les dragues à un seul godet qui ont travaillé, en Géorgie, sur la rivière Chestatea et dont la description se trouve dans les numéros du 11 avril 1896 et du 27 février 1897 de l'*Engineering and Mining Journal*, de New-York.

La première installation (*fig. 12*) construite de façon à pouvoir passer de 800 à 1 200 yards cubes (de 600 à 900 m^3) en 10 heures, consiste en un *steam shovel* dont le godet a une capacité de 1 1/4 yard cube (0,950 m^3). Ce steam shovel est porté sur un premier ponton, et, sur un second, se trouve les sluices. Le gravier est jeté d'abord sur une grille avec une quantité d'eau,

fournie par une pompe centrifuge, de 4 500 gallons (16 900 *l*) par minute; les fins tombent, à travers cette grille, sur un tablier de tôle, et de là dans les sluices qui ont 70 pieds (21 *m*) de long, 5 pieds 4 pouces (1,60 *m*) de large et 12″ (0,30 *m*) de profondeur; les riffles sont chargées de mercure. Les tailings retombent

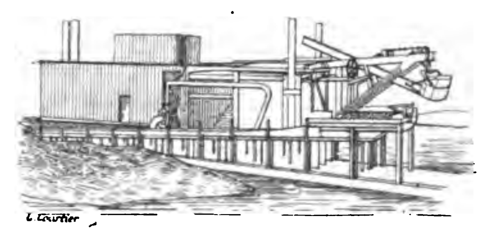


Fig. 12.

derrière la drague. Le bed-rock est tendre, et l'on estime que l'or qui échappe du godet est repris par la pompe centrifuge fournissant l'eau du lavage.

Les dépenses auraient été d'environ $ 18 (93,60 *f*) par jour, et la quantité d'or retiré aurait été de $ 40 à $ 120 (208 à 624 *f*).

Une seconde installation faite, comme la première par la ***Marion Steam Shovel C°***, se compose également de deux pontons, portant l'un la drague, l'autre les sluices; ce dernier ponton est long d'environ 80 pieds (24 *m*), les sluices ont 75 pieds (22,50 *m*) de longueur, et sont garnis de riffles à mercure. En général, on prend, outre le gravier, de 1 à 2 pieds (de 0,30 *m* à 0,60 *m*) du bed-rock; la profondeur de l'excavation faite atteint jusqu'à 14 pieds (4,20 *m*) au-dessous du lit de la rivière. Pour le travail, il faut 4 hommes sur le ponton à sluices, 4 hommes pour la drague (1er mécanicien, 2e mécanicien, chauffeur et aide), plus un gardien pour la nuit.

Les propriétaires assurent que cette machine a donné des résultats satisfaisants pendant plusieurs mois consécutifs.

Dragues a godets.

Dans la drague à godets *(elevator dredge)*, aucune des objections ne subsiste que nous avons signalées contre les autres types de dragues : 1° l'action de la chaîne sans fin, portant les godets, est tranquille et régulière, et le sable et le gravier sont recueillis dans le lit de la rivière presque sans agitation, sans remous, c'est-à-dire dans les conditions les meilleures pour retenir les particules

du métal précieux; 2° les godets sont hermétiques et ne laissen que fort peu échapper de leur contenu dans le mouvement d'ascension; 3° le gravier est déchargé d'une façon constante et au centre du ponton, au lieu de se faire sur le côté et d'une manière intermittente, comme dans la drague à un seul godet; 4° le gravier est apporté sur la grille et sur les sluices d'une façon régulière, par petites quantités et avec une forte proportion d'eau.

a) Dragues dans le Montana. — Les améliorations successives apportées à la construction de ces dragues ont pris naissance en Nouvelle-Zélande (1). De la Nouvelle-Zélande le principe a été introduit aux États-Unis, et les premières dragues travaillant avec un réel succès financier ont été celles qui ont été installées à Bannack, Montana. Voici les renseignements que nous avons pu nous procurer sur ces installations; et, auparavant, mentionnons qu'une des dragues en service, construite à l'origine comme drague suceuse, a dû être complètement modifiée et changée en drague à godets.

Les placers exploités couvrent une étendue de 10 à 12 milles de long (16 à 19,50 *km*) sur une largeur variant de 25 à 150 *m*, et occupent la vallée du Grasshopper, dans le voisinage immédiat de la petite ville de Bannack. Le gravier est tout entier aurifère, mais il est spécialement riche sur le bed-rock; son épaisseur est d'environ 30 pieds (9 *m*); l'on estime que le gravier du bed-rock vaut de $ 1,50 à 3,00, tandis que l'ensemble de l'alluvion contient $ 0,50 au yard cube, soit respectivement 10,19 *f*, 20,38 *f* et 3,35 *f* au mètre cube. L'or est lourd; on rencontre de nombreuses pépites.

La drague *A.-F. Greater*, dont nous donnons une vue en bout (*fig. 13*), a été mise à flot en juin 1897. Le ponton qui la porte est long de 102 pieds (30,60 *m*), large de 36 pieds (10,80 *m*), et

(1) Dès 1863, on utilisa, pour travailler les graviers remplissant le lit de la rivière Molyneux, des appareils d'un caractère primitif allant chercher sous l'eau les sables aurifères que l'on rencontre sur la berge. Le premier en date était constitué par une sorte de poche de cuir non tanné, attachée à une longue tige de bois, portée sur trois pirogues accouplées; on la laissait traîner sur le fond de la rivière, et le gravier ainsi recueilli était lavé « au berceau » sur la rive. Les sables étaient riches; il y eut des bénéfices... et des imitateurs; ceux-ci perfectionnèrent l'invention et on vit sur plusieurs rivières de la Nouvelle-Zélande des dragues à « cuiller », actionnées par une roue hydraulique. En 1870, parut la première drague à godets, toujours à moteur hydraulique; en 1880, fut construite la première drague à godets, avec la vapeur comme force motrice; à partir de 1886, ces appareils se multiplièrent, et par une série de transformations dues à l'expérience arrivèrent au type actuellement en usage. (Voir description de la drague Risdon.) Les rapports du département des Mines de la Nouvelle-Zélande fournissent à ce sujet les renseignements les plus complets.

tire environ 3 pieds d'eau (0,90 *m*) ; le poids total, avec chaudières, moteurs et machinerie est d'environ 700 000 livres (315 *t*). Avant de la flotter, on construisit un barrage à travers la vallée, formant ainsi un réservoir sur lequel la drague est à flot. En marche, le gravier pris à l'avant de la drague subit un lavage, et les résidus sont déposés à l'arrière, la drague se déplaçant ainsi dans la vallée dans la propre excavation qu'elle se fait à elle-même.

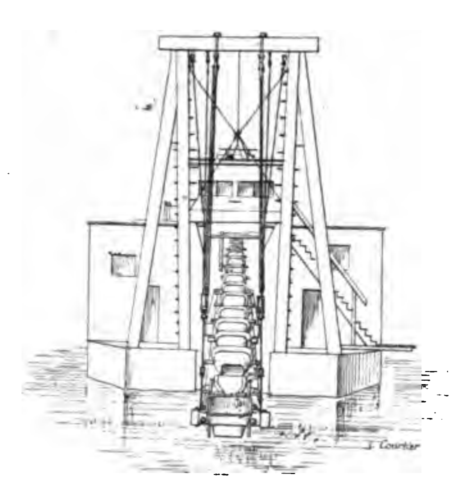


Fig. 13.

La vapeur est fournie par deux chaudières tubulaires, dont les grilles sont construites de façon qu'on puisse y brûler du pin et du sapin ; ces chaudières sont de 25 chevaux chacune. En arrière sont situés les moteurs qui actionnent les godets, baissent ou lèvent l'élinde portant la chaîne à godets, et agissent sur les câbles qui, partant de l'avant de la drague et ancrés au rivage, permettent à la drague de pivoter autour de son ancrage d'arrière. Les machines sont sous la conduite d'un mécanicien placé dans une guérite sur le pont supérieur.

La poutre, portant la chaîne à godets, a sa partie inférieure supportée par des câbles qui viennent s'enrouler sur un cabestan, sous le contrôle du mécanicien ; à la partie supérieure, elle est mobile sur un arbre horizontal de 0,10 *m* de diamètre, actionné par l'intermédiaire d'une crémaillère, par un moteur de 75 chevaux ; c'est cet arbre qui communique le mouvement à la chaîne par un tourteau pentagonal calé sur lui. La chaîne est lâche et forme chaînette sous l'élinde, de sorte que chacun des 36 godets qui lui sont attachés traîne sur le fond sur une distance de 8 pieds (2,40 *m*). Une fois les godets remplis, le brin supérieur de la chaîne passe sur un tourteau à l'extrémité inférieur de l'élinde, remonte en roulant sur des galets en acier et les godets déversent leur contenu dans une trémie au moment où ils passent par-dessus le tourteau supérieur.

Ces godets sont construits, d'une façon très robuste, en acier

fondu, et les parties les plus exposées à l'usure peuvent être remplacées aisément ; ils contiennent chacun 5 pieds cubes et se meuvent avec une vitesse de 14 pieds 4,20 *m* par minute.

La drague est ancrée à l'arrière par deux pièces de bois rectangulaires, d'une section de 42 pouces sur 18 (1,05 *m* × 0,45 *m*) et d'une longueur de 50 pieds (15 *m*) ; elles pèsent chacune plus de 11,000 livres ; ce sont les *spuds* : elles sont garnies d'une pointe d'acier, on les lève ou baisse à l'aide de crics. Lorsqu'on veut faire avancer la drague, on les soulève, puis le mécanicien agit sur les câbles fixés d'une part à l'avant du ponton, d'autre part au rivage ; arrivé à la nouvelle position, on laisse retomber les « spuds ». En ne laissant au fond qu'un de ces « spuds », on peut faire pivoter la drague autour de l'autre.

Dans la trémie où vient se déverser le gravier, on projette de l'eau par des ajutages ; gravier et eau tombent alors dans un trommel où arrive encore un excès d'eau ; ce trommel a 12 pieds (3,60 *m*) de long, 4 pieds (1,20 *m*) de diamètre et est incliné de 3 pouces par pied (25 0/0) ; les orifices ont un diamètre de 1 1/2 pouce (0,037 *m*). Les gros galets, qui forment le refus du trommel, sont rejetés dans l'eau sur le côté de la drague. Les fins tombent dans une seconde trémie, suspendue à des chaînes au-dessous de l'eau, près du centre de la drague, et dont l'extrémité étroite s'ajuste à l'orifice d'appel, de 15" (0,325 *m*) de diamètre, d'une pompe centrifuge du type F.-K. Prescott ; cette pompe se décharge dans le sluice qui a son point de départ sur le pont supérieur ; elle marche à la vitesse de 250 révolutions par minute et a une capacité de 3 000 à 5 000 gallons par minute (11 300 à 18 925 *l*).

La drague comprend encore une pompe qui fournit de l'eau à la trémie et au trommel.

Le sluice se compose de deux portions distinctes : la première a 30 pieds de long (9 *m*), 30 pouces (0,75 *m*) de large et 40 pouces (1 *m*) de profondeur ; elle commence immédiatement en arrière de la guérite du mécanicien. La seconde, qui est suspendue à l'extérieur de la drague par une charpente en A, a 56 pieds (16,80 *m*) de long ; son poids, pleine, est d'environ 36 000 livres.

Cette drague est munie d'un système complet d'éclairage électrique permettant le travail de nuit.

Le coût total des opérations comprenant : main-d'œuvre (8 hommes par poste), combustible, graisse, huile, réparations et

surveillance, s'élève à 9 *cents* par yard cube (0,61 *f* par mètre cube).

Sur une drague analogue, employant comme force motrice l'électricité au lieu de la vapeur, les dépenses ne s'élèvent qu'à 4 1/2 *cents* (0,305 *f* par mètre cube).

La drague *Maggie Gibson* se distingue de celle que nous venons

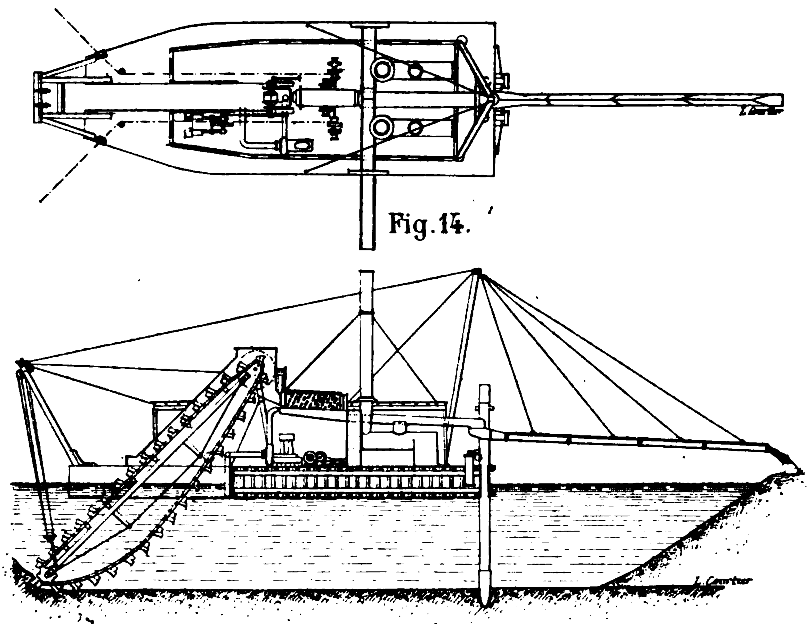


Fig. 14.

Fig. 15.

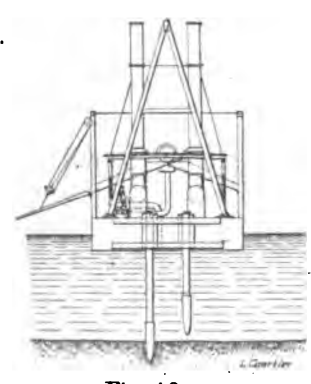


Fig 16.

de décrire en ce que le sluice, mobile, suspendu à une charpente en A, est remplacé par un sluice porté sur un ponton ; on peut ainsi employer un sluice plus long que n'affectent pas les vibrations de la drague.

La *Bucyrus C°*, qui a construit les dragues travaillant à Bannack, présente dans son dernier catalogue une drague dans laquelle le gravier, apporté à une plus grande hauteur, tombe dans le trommel et passe directement sur le sluice sans que les fins aient à être remontés par une pompe centrifuge (voir *fig. 14, 15 et 16.)*

b) Dragues en Californie. — Nous arrivons maintenant à la description du type le plus perfectionné employé aux États-Unis : ce sont les dragues construites par les *Risdon Iron Works*, de San-Francisco, sur les plans et sous la direction de M. R. H. Postlethwaite, Ingénieur anglais qui, avant de venir en Californie, s'était fait, en Nouvelle-Zélande, une spécialité de la construction de ces appareils.

Deux de ces dragues étaient en marche le printemps dernier : l'une sur la rivière Yuba, l'autre, que nous avons vu fonctionner à ses débuts, sur la rivière Feather; lors de notre visite à San-Francisco, l'usine Risdon avait 5 de ces dragues sur le chantier, différant légèrement dans le détail (dimensions du ponton, longueur du trommel, dimension des orifices du trommel, nombre et inclinaison des tables de lavage), mais toutes identiques au fond (*fig. 18*).

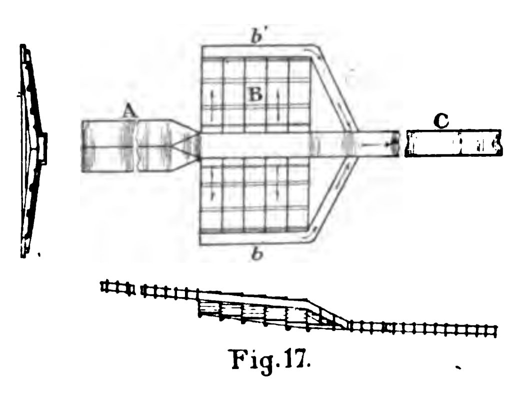


Fig. 17.

Drague sur la rivière Yuba. — Cette drague est construite pour travailler à une profondeur de 45 pieds (13,50 *m*) avec une capacité de 93 yards cubes (711 m^3 par heure). Elle est formée de deux pontons, de 96 pieds (28,80 *m*) de long sur 9 pieds (2,70) au plus de large, réunis à l'arrière par un troisième ponton long de 17 pieds (5,10*m*) et large de 5 pieds (1,50 *m*) et à l'avant par une poutre massive; de sorte qu'on a, en réalité, affaire à un ponton de 96 pieds (128,80 *m*) de long sur 23 pieds (6,90 *m*) de large, avec un espace central libre d'environ 75 pieds sur 5 (22,50 *m* $\times$ 1,50 *m*). L'élinde destinée à porter la chaine à godets a 67 pieds (20,10*m*) de long et est suspendue à l'arrière du ponton à une poutre horizontale portée par une solide charpente; à son extrémité plongeante, l'élinde est soutenue par des cordages d'acier sur poulies qu'un treuil manœuvre de façon à en commander l'immersion. La chaine sans fin à godets glisse sur des galets, sur le dessus de l'élinde et redescend en suivant la forme de la chaînette. Le mouvement d'ascension est donné à la chaine à godets par un fort engrenage situé à l'extrémité supérieure de l'élinde,

la force motrice étant fournie par une machine de 30 *ch*, qui actionne également la pompe fournissant l'eau nécessaire au débourbage dans le trommel.

Le gravier passe des godets sur une plaque de décharge et tombe dans un trommel dont l'axe est parallèle à celui du ponton ; la pompe centrifuge amenant l'eau, par un tuyau perforé de nombreux orifices, à l'intérieur de ce trommel, donne 3 000 gallons (11 350 *l*) par minute. Le refus du trommel glisse dans un couloir de tôle et retombe dans la rivière, ou bien est repris par un élévateur ; les fins sont entraînés par le courant d'eau sur des tables qui, contrairement aux vieux principes californiens, sont courtes, larges, et sur lesquelles il n'y a qu'une petite épaisseur d'eau. Ces tables ont 11 pieds (3,30 *m*) de large et sont couvertes de riffles en grille d'une disposition spéciale et d'une sorte de paillasson grossier en fibre de coco ; de cette table les fins passent dans des couloirs de bois et sont rejetés à la rivière.

La figure 17 donne une idée de la disposition de ces tables : Le trommel est au-dessus de la portion A, et le couloir dont

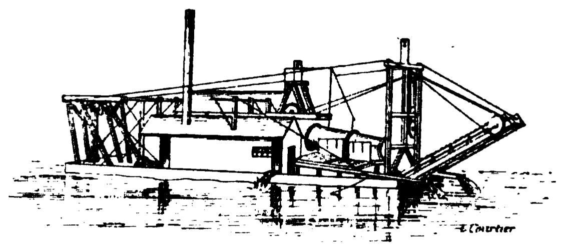
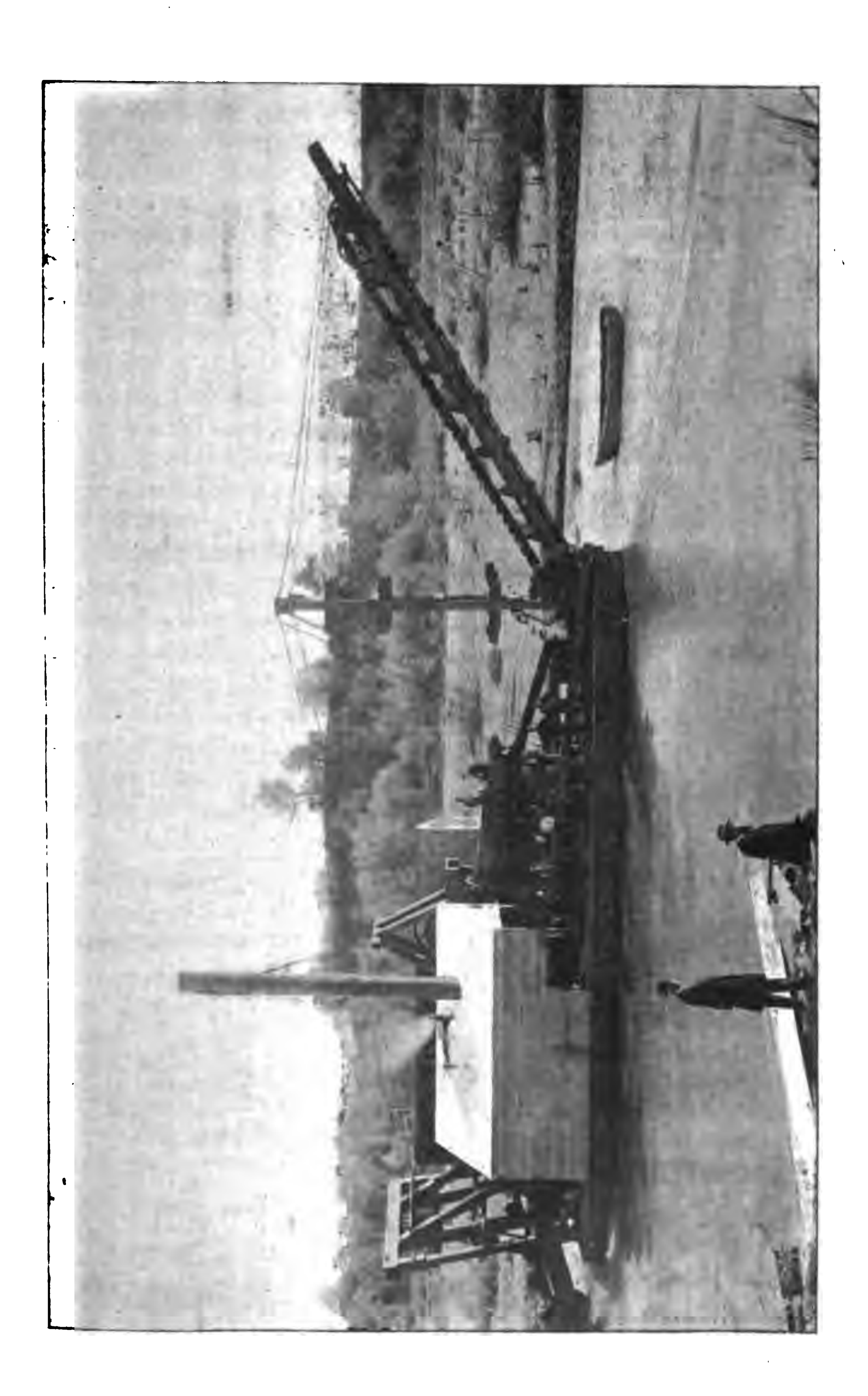


Fig. 18.

nous avons parlé, et qui sert à emmener les gros galets restant à l'intérieur du trommel, passe au-dessus des tables B et du sluice de décharge C. Les tables B sont celles dont nous venons de parler, et les riffles en tôle et en forme de grille qui les couvrent rappellent celles que l'on emploie en Sibérie sur les *Amerikankas* : le sluice C est garni de riffles formées de fers en L.

Une des caractéristiques de cette drague est la suppression des *spuds* ou pieux d'ancrage. La drague porte 6 cabestans ou treuils, tous sous la commande d'un seul mécanicien ; 4 de ces cabestans actionnent des câbles amarrés, d'une part à chacun des 4 coins du ponton, et, d'autre part, à des blocs fixés sur le rivage : le cinquième porte un câble dit *câble de tête*, et, par ces 5 câbles, la drague peut rapidement prendre telle position que l'on désire ; le sixième treuil actionne l'élinde et l'immerge ou la remonte. Cette disposition



permet de diriger l'attaque sur le point que l'on veut, et l'élasticité donnée à tout le système par l'emploi de câbles rend le travail moins dur pour le mécanisme, surtout lorsque l'on travaille sur un bed-rock inégal ou résistant.

La drague, mise en marche sur la rivière Feather et dont nous avons vu les premiers essais, a une élinde de 70 pieds (21 *m*) portant 38 godets d'une capacité de 3 1/4 pieds cubes chacun 100 *dm*³ environ; ces godets sont extrêmement robustes, avec une bordure d'acier trempé. Le brin conducteur des godets marche à la vitesse de 15 godets par minute, ce qui donne pour l'appareil une capacité de 100 yards cubes (765 *m*³) par heure, qui tombent dans un trommel cylindrique incliné; le refus glisse à l'intérieur de ce trommel et est rejeté à l'arrière de la drague ou repris par un élévateur qui l'entasse. La force motrice est fournie par un moteur donnant moins de 40 *ch*. Le coût de ces dragues est à San-Francisco d'environ $ 35 000 (182 000 *f*).

Les constructeurs prétendent que les frais de marche sont généralement de 3 *cents* par yard cube (0,20 *f* par mètre cube), ce qui semble trop peu si l'on tient compte de tous les éléments du prix de revient.

Ils admettent que l'équipe suffisante pour 24 heures se composerait d'un surveillant et de 3 mécaniciens avec 3 chauffeurs, soit 1 mécanicien et 1 chauffeur pour chaque poste de 8 heures, ces derniers s'occupant de la surveillance des tables, soit 7 hommes en tout; nous pensons qu'il est difficile de se passer de deux autres hommes par poste, hommes servant à surveiller le trommel, le couloir des gros galets, les tables, etc.

Avec une pareille main-d'œuvre les dépenses seraient alors :

1 surveillant.	$ 4,50	23,40 *f*
3 mécaniciens	12 »	62,40
3 chauffeurs.	9 »	46,80
6 hommes.	15 »	78 »
Combustible	8 »	41,60
Huile, graisse, etc.	2 »	10,40
Réparations	3 »	15,60
Intérêt, amortissement (1) . . .	20 »	104 »
Total.	$ 73,50	382,20 *f*
soit, en tenant compte des imprévus :	$ 80 »	416 » *f*

(1) Cet amortissement de 20 dollars par jour étant calculé sur une durée de la machine d'environ 5 ans et pour un travail de 300 jours par an.

Le tout pour traiter, par heure, environ 100 yards cubes, en chiffres ronds 2 000 yards cubes (1 530 *m*³) par 24 heures, soit 4 *cents* par yard cube (0,272 *f*). Mais, comme la quantité de sable traité dépend de la nature du terrain et qu'on ne peut la calculer exactement, il semble prudent de ne compter que sur un rendement de 1 500 yards cubes par 24 heures, ce qui remet le coût du traitement de 1 yard cube à 5 *cents* 1/3 (0,36 *f* par mètre cube.)

Ajoutons pour terminer que les constructeurs proposent l'utilisation de cette drague non seulement pour l'exploitation du lit des rivières et des plages submergées, mais aussi pour celle des placers découverts, que l'on travaillerait en flottant la drague dans un bassin artificiel se mouvant avec l'installation elle-même.

Nous répétons que pour le moment c'est là le type de drague le plus perfectionné employé aux États-Unis.

Quant aux résultats industriels, on sera mieux à même d'en juger dans un an, lorsque plusieurs de ces appareils auront été en marche pendant un laps de temps suffisant pour qu'on ait pu établir les comptes détaillés du prix de revient.

IV

Conclusions applicables aux placers sibériens.

Dans cette revue que nous venons de faire de l'état, aux États-Unis, de la question de l'exploitation des placers découverts, minces et sans pente, et des alluvions submergées, nous ne nous sommes occupés que des solutions basées sur l'emploi d'un excavateur-lavoir roulant sur le bed-rock ou d'une drague flottante. C'est à dessein que nous avons laissé de côté les solutions préconisant l'emploi d'une modification ou d'un perfectionnement de la méthode hydraulique, soit que l'on obtienne par des pompes la pression nécessaire à l'abatage du gravier, soit que, avec une pression modérée, on fasse usage, pour se débarrasser des tailings, d'un élévateur perfectionné, tel que l'élévateur Evans ; la raison en étant que, en tout état de cause, certaines conditions topographiques sont nécessaires, et qu'on doit disposer d'une quantité d'eau considérable qu'on ne peut souvent se procurer

qu'à l'aide de travaux des plus dispendieux. C'est également à dessein que nous avons omis les solutions proposant l'emploi d'un système de transport, par câbles ou sur rails, pour amener le gravier du chantier d'abatage à un lavoir fixe, pour la raison que ces voies ou ces câbles doivent avoir une de leurs extrémités constamment mobile, afin de suivre la marche de l'excavation, et que la main-d'œuvre employée à les riper ou à les changer de place est assez importante, et que ce mode de travail ne donne qu'une mauvaise utilisation du temps, facteur important à considérer dans les régions où la *saison* est courte.

Voyons donc quels sont les arguments que l'on peut présenter en faveur de chacun de ces deux systèmes et les objections que l'on peut faire.

Dragues :	*Excavateurs-Lavoirs :*
Le *prix de revient* du travail est légèrement inférieur : on peut l'estimer, sans craindre de rester au-dessous de la vérité, à 6 cents le yard cube, soit 0,407 *f* le mètre cube.	Le *prix de revient*, si nous acceptons les chiffres donnés par M. Johnston, serait d'environ 9 cents au yard cube, 0,61 *f* pour le mètre cube.
Le *coût primitif* — chez le constructeur — de l'appareil est, par contre, beaucoup plus élevé : $ 35 000, soit 182 000 *f* pour une capacité de 1 500 à 2 000 yards cubes (1 125 à 1 500 *m*³).	L'appareil, pour une même capacité, ne revient qu'à $ 15 000, soit 78 000 *f* — somme que l'on doit porter à 85 000 *f* environ pour l'adjonction de la lumière électrique permettant de travailler la nuit.
Le *poids total* de l'installation est beaucoup plus fort : la machinerie en fer et acier pèse, seule, de 70 à 80 *t*.	*Poids* moindre : environ 50 à 55 *t*.

Combustible à peu près égal dans les deux systèmes pour une même capacité; les générateurs sont de même force, de 40 à 50 *ch*.

Main-d'œuvre moins considérable : 9 à 10 hommes par 24 heures pour 2 000 yards cubes, soit 1 500 *m*³.	Exigent un peu plus de *main-d'œuvre :* le lavoir Johnston demande pour 2 000 yards cubes 2 postes de 10 heures de 9 hommes chacun.

Quelque solidement que les dragues soient maintenant construites, elles sont moins *robustes* qu'un excavateur; l'élinde peut, dans un effort considérable, être tordue ou faussée, la chaine à godets peut se rompre.

La drague ne peut travailler qu'un terrain peu résistant, elle ne peut *mordre* que sur un bed-rock assez tendre : en N[lle]-Zélande on a presque partout ce que l'on appelle un « false bottom », c'est-à-dire que le dépôt aurifère repose sur une couche d'argile et non sur des roches dures dont la stratification est relevée.	L'excavateur peut être employé dans tous les terrains qui n'exigent pas, pour être brisés, l'emploi d'explosifs. — Aux États-Unis, on les emploie avec succès dans les grandes mines de fer du Minnesota, exploitées à ciel ouvert.
La drague se meut facilement, pour ainsi dire d'elle-même.	L'excavateur exige le déplacement du bout de voie sur lequel il est posé et sur lequel il avance.

La drague, causant un éboulement du gravier, sous l'eau, donne lieu, s'il y a un fort courant, à un entraînement de toutes les particules fines du gravier et à une chute au fond des grains d'or qui ne sont pas enlevés dans la masse terreuse : on conçoit qu'une partie de l'or puisse être ainsi transportée mécaniquement en deçà des points d'attaque des godets.

Avec la drague, on est dans l'incertitude, quant à la qualité des résultats obtenus : on sait, sans aucun doute, la quantité d'or retirée; l'on sait aussi de combien les recettes dépassent les dépenses de marche et d'entretien; mais, comme on n'a pu faire une étude rigoureuse de l'alluvion, si elle est complètement submergée, et comme on est dans le vague, quant au cube exact passé dans l'appareil, on n'a aucune donnée exacte sur le pourcentage d'or retiré du sable.

Un inconvénient grave de la drague, c'est que c'est un instrument aveugle, et que le mécanicien qui la conduit ne voit pas ce qu'il fait, les godets travaillant sous l'eau rendue boueuse et trouble par l'agitation. Il va de soi, également, que si le travail de la drague n'est pas parfait, c'est-à-dire si une grosse portion de l'or est laissée sur le bed-rock, soit par suite de la nature même du bed-rock, soit pour toute autre cause, cet or est irrémédiablement perdu, puisque les résidus du lavage, rejetés par la drague derrière elle, recouvrent cette portion du placer que l'on vient de travailler.

Enfin, avec la drague, puisqu'elle attaque le banc de graviers par la base, il est impossible de se débarrasser, sans le laver, du gravier stérile qui, dans un grand nombre de cas, surmonte le gravier payant.

L'excavateur-lavoir, au contraire, travaillant sur un bed-rock relativement asséché, permet un travail plus soigné; si l'or, à

certains endroits, se trouve accumulé dans des *poches* ou dans les fissures de la roche de fond, on peut, par un travail ultérieur à la main, le récupérer et éviter ainsi la perte du plus gros or, qui a une tendance à remplir de pareilles cavités; il est plus aisé de calculer le cube enlevé par le godet unique de l'appareil. Enfin, avec un système d'exploitation organisé comme celui de M. Johnston, on peut mettre de côté, *a priori*, sans consommation inutile d'eau et sans une usure également inutile des tables, le gravier stérile.

Ainsi donc, la drague offre l'avantage de se mouvoir plus facilement, et le prix de revient du lavage, rapporté au mètre cube, est moindre; mais le poids de l'appareil est plus considérable, ce qui n'est pas à négliger lorsque le transport doit se faire dans des pays privés de voies de communications; le mécanisme semble plus délicat : le travail est forcément moins exact.

D'autre part, l'excavateur doit être avancé sur des bouts de voie qu'il faut déplacer, ce qui, naturellement, implique une perte de temps et une moindre capacité, c'est-à-dire un prix de revient du lavage plus fort; mais le système est moins lourd, plus robuste et permet de vérifier la qualité du travail accompli.

En résumé, et à mon avis, la drague à godets est un appareil excellent pour l'exploitation du fond des rivières et les terrains submergés; où, en tout cas, c'est le seul qui permette de retirer une partie de l'or qui se trouve dans de semblables alluvions; mais ce semble un contresens que d'aller recouvrir d'eau et noyer un terrain que l'on peut travailler à découvert.

Comment, maintenant, et dans quelles mesures, peut-on appliquer à la Sibérie Orientale l'emploi des appareils qu'on expérimente actuellement en Amérique?

Considérons les questions du transport de matériel, de la main-d'œuvre, des résultats à attendre, des réparations et du choix d'un appareil.

Transport du matériel. — Les terrains miniers alluviaux de la Sibérie Orientale, plus particulièrement de la province Maritime et des provinces de l'Amour, sont dans les conditions les meilleures pour l'introduction de l'emploi de machines au travail des alluvions. D'Amérique ou d'Europe le matériel peut arriver par mer jusqu'à Nikolaevsk, et, par l'Amour et ses affluents, être transporté par eau, c'est-à-dire, économiquement, dans le voisinage de la plupart des grandes exploitations.

Main-d'œuvre. — Au point de vue de la main-d'œuvre, l'emploi de ces appareils ne peut que faire disparaître les inconvénients des méthodes actuelles et permettre de donner une plus grande intensité au travail. Il n'y aurait point de difficulté à former avec les ouvriers russes des spécialistes pour la manœuvre de telle ou telle de ces machines, car les constructeurs américains s'engagent tous à envoyer, en même temps que la machinerie, un ou plusieurs mécaniciens et monteurs, non seulement pour monter l'appareil, mais pour en apprendre le fonctionnement à une équipe russe. Ces mécaniciens et monteurs recevraient, outre leurs frais de voyage, des appointements mensuels de $ 125 à 150 (650 à 780 *f*); les constructeurs français pourraient faire de même.

Résultats à attendre. — En admettant que l'appareil introduit travaille avec succès le terrain sur lequel on l'emploiera — et c'est là une condition essentielle, si l'on ne veut pas faire une impression mauvaise sur les autres exploitants et reculer de plusieurs années l'introduction des machines en Sibérie — le champ actuel d'opération sera considérablement agrandi, puisque des frais d'exploitation de 15 *cents* au yard cube, soit 1,20 *f* au mètre cube, seraient couverts par des sables rendant 8 doli aux 100 pouds (1).

Or, actuellement, les teneurs les plus basses exploitées ne sont pas au-dessous de 20 dolis, soit environ 3,00 *f* au mètre cube.

TENEUR AUX 100 POUDS	TENEUR AU MÈTRE CUBE	TENEUR AUX 100 POUDS	TENEUR AU MÈTRE CUBE
	g		*g*
1 doli.	0,044	1 zolotnik.	4,265
2 dolis	0,089	2 zolotniki	8,530
3 —	0,132	3 —	12,795
4 —	0,178	4 —	17,060
5 —	0,222	5 —	21,325
6 —	0,266	6 —	25,590
7 —	0,312	7 —	29,855
8 —	0,356	8 —	34,120
9 —	0,405	9 —	38,385

(1) Nous admettons que le yard cube pèse environ 100 pouds. Les Russes calculent la teneur des alluvions par doli et zolotniki aux 100 pouds ; le poud vaut 16,38 *kg*; le zolotnik 4,265 *g*; le doli 44 $\frac{1}{2}$ *mg*. Le tableau suivant donne la concordance des mesures usuelles russes et des mesures métriques. Le gramme d'or fin vaut 3,40 *f* environ.

Réparations. — Il faut tenir un compte sérieux du chapitre des réparations, toujours inévitables. Or, nous estimons que malgré l'envoi, par les constructeurs, de pièces de rechange, on courra toujours au-devant d'un échec tant que l'on n'aura pas, en Sibérie Orientale même, des ateliers où l'on pourra fondre, tourner et ajuster une portion quelconque du mécanisme.

Je crois inutile d'insister sur cette question que j'ai traitée dans mon livre sur les *Gisements aurifères de Sibérie.*

Choix d'un appareil. — Pour des placers du genre de ceux de l'Amour, il semble que l'excavateur-lavoir peut donner de bons résultats.

Sur ces placers, le bed-rock a une pente suffisante pour que, une fois mis à nu, il soit asséché sans travaux d'épuisement : il est décomposé dans sa partie supérieure sur une épaisseur de 1 pied à 2 pieds (0,30 *m* à 0,60 *m*); et, puisqu'on réussit actuellement, avec la simple barre à mine et la pelle, à enlever toute cette partie décomposée et tendre, à plus forte raison un steam-shovel pourrait-il faire ce travail.

Les sables, ayant une épaisseur d'environ 20 pieds (6 *m*), peuvent être attaqués par un steam-shovel construit avec une poutre suffisamment longue, les steam-shovels du type *traction-dredge* semblant particulièrement bien adaptés.

L'appareil de lavage lui-même (trommel et sluices larges, courts et à forte pente) rappelle suffisamment la « machine à botchka » pour que les ouvriers sibériens ne voient pas leurs habitudes et leurs méthodes changées brusquement.

Enfin, on peut considérer l'installation complète comme une combinaison de deux appareils connus, ayant fait leurs preuves :

1° Le steam-shovel, dont plusieurs centaines sont employées pour des travaux d'excavation de tout genre;

2° Le trommel sibérien, parfaitement adapté à travailler les graviers contenant de l'or en grains lourds et gros. Ce n'est donc pas, à proprement parler, une *expérience* que l'on ferait, ce serait une *adaptation.*

Quant aux dragues, on peut en étudier l'application à l'exploitation de certains marécages, qu'on ne pourrait drainer, s'ils étaient reconnus suffisamment aurifères.

Avec les prix que l'on paie la main-d'œuvre en Sibérie, on peut estimer que le travail du mètre cube de sable ne coûterait pas plus de 0,40 *f* à 0,50 *f*, ou, en admettant qu'il faille enlever 2 de stérile pour 1 de gravier payant, de 1,20 *f* à 1,50 *f* par mètre cube de couche payante.

Il est certain qu'une ***bonne direction industrielle*** permettrait d'abaisser sensiblement ce chiffre. La question mérite donc d'appeler toute l'attention des Ingénieurs et des Constructeurs.

NOUVEAU SIGNAL D'ALARME ACOUSTIQUE

POUR VOIES FERRÉES

Système COUSIN-SOUBRIER

PAR

M. de PERRODIL

Parmi les questions d'un intérêt permanent, celles qui ont pour but d'assurer la protection de la vie humaine sont incontestablement les plus dignes d'attirer notre attention.

Le but de cette communication est de présenter un appareil destiné à affirmer d'une manière plus complète la sécurité des voyageurs circulant sur les voies ferrées, sécurité bien souvent douteuse lorsqu'il se produit des brouillards, des accumulations de neige, des extinctions de lanternes, etc., et aussi dans le cas d'inadvertance des agents des Compagnies.

Je ne donnerai pas ici la monographie et la description des signaux employés sur les lignes de chemins de fer, je laisse ce soin à nos collègues beaucoup plus autorisés que moi dans cette matière. Je me bornerai à indiquer simplement pour mémoire le fonctionnement du signal appelé « Signal carré d'arrêt absolu. »

Ce signal fermé présente pendant le jour une cocarde carrée peinte en damier blanc et rouge ; pendant la nuit, deux feux rouges. Il commande l'arrêt absolu, et aucun train ne doit le franchir.

Disons en passant que ce signal est quelquefois remplacé sur les voies secondaires par un signal carré ou rond à face jaune présentant, la nuit, un simple feu jaune.

Ce signal tel qu'il vient d'être décrit est aussi parfait que possible, pour un mécanicien ayant une bonne vue moyenne, par temps clair, et ne peut donner de meilleurs résultats que ceux qui lui sont demandés ; mais, dans le cas où il survient des brouillards épais, comme cela se rencontre encore assez fréquem-

ment, ou bien encore s'il se produit une extinction de lanterne pour une cause ou pour une autre, il devient complètement insuffisant. Il était dès lors assez facile d'imaginer, pour ce cas particulier, des avertisseurs acoustiques prévenant le mécanicien du moment où contre sa volonté, il viendrait à franchir le signal d'arrêt absolu.

Plusieurs dispositifs ont donc été essayés, et entre autres, celui de la distribution de pétards sur le rail au moment de la fermeture du signal. Le train écrasant ces pétards, le mécanicien est averti par le bruit de l'explosion, qu'il est en présence d'un danger quelconque, et il se met immédiatement en mesure d'arrêter sa locomotive.

Voilà, exposé en peu de mots, le moyen employé pour remédier à la non-visibilité des signaux par suite de brouillard ou de toute autre cause.

L'expérience, ou pour mieux dire, les tristes accidents survenus en temps de brouillard ont malheureusement prouvé la défectuosité notoire de ces appareils.

M. Aubine, l'inventeur de la fermeture automatique du disque signal avancé, par le train lui-même, a imaginé, essayé et présenté à l'exposition de 1889 un appareil de distribution automatique de pétards au pied des signaux ; son appareil très ingénieux et très intéressant n'a pas encore rempli le véritable but poursuivi.

Les inconvénients qui peuvent être reprochés aux signaux-pétards sont les suivants :

I. — Quoique la réserve de pétards soit enfermée dans une boite en fonte, comme, à chaque fermeture du signal, ils sont posés sur le rail par la manœuvre d'un coulisseau qui est actionné par le disque, ils risquent d'être exposés à l'humidité assez longtemps avant d'être utilisés, étant donné qu'il est assez rare qu'il y ait du brouillard ou qu'un mécanicien les écrase par inadvertance.

Il en résulte une assez longue exposition des pétards à une alternative de pluie et de soleil entraînant forcément une oxydation et une détérioration importantes. On court le risque d'un raté au moment où s'imposerait, au contraire, la certitude d'une explosion ; du reste cette crainte des ratés dans la pratique de l'exploitation des chemins de fer est telle, que dans l'arrêté du 13 novembre 1885 relatif à l'institution d'un code uniforme de signaux, il est dit que :

« Art. 9. — Les pétards sont employés pour compléter les » signaux optiques mobiles commandant l'arrêt, lorsque soit de » jour, soit de nuit ces signaux ne pourraient pas être suffisam- » ment perceptibles. Dans ce cas, on doit placer deux pétards » au moins, et trois par temps humide, etc. »

Pourquoi trois par temps humide si ce n'est par la crainte des ratés que je signalais plus haut ?

II. — Un inconvénient très grave encore, même dans le cas où il n'y a pas de ratés, c'est que les signaux-pétards devant éclater lorsque la locomotive les écrase, c'est-à-dire au moment où la première roue d'avant passe dessus, la distance qui sépare le mécanicien du centre de l'explosion est relativement importante, surtout pour les locomotives de grande vitesse munies de boggies, et le bruit de la machine rend, pour le mécanicien, la perception de l'explosion presque impossible.

D'ailleurs, en se reportant aux considérants du jugement rendu dans la catastrophe du Péage-de-Roussillon, survenue sur le réseau P.-L.-M., nous lisons :

« Attendu que, à la vérité, le conducteur de queue du train 10 » avait pour faire les signaux réglementaires d'arrêt au train 20, » des pétards, une lanterne à feux rouges, et qu'il a fait tout » ce qui dépendait de lui pour en tirer le parti le plus efficace, » mais que la détonation des pétards, comparable à celle d'un » coup de pistolet, n'a été entendue, et *ne pouvait être entendue* ni » du mécanicien, ni du chauffeur, ni d'aucun employé du train, » etc. »

Ceci, est donc une preuve bien nette de l'inconvénient signalé plus haut.

III. — Un troisième inconvénient d'une très grande importance, consiste en ce fait que, dans la marche arrière des locomotives, comme cela a lieu dans les manœuvres de gares alors que les roues du tender peuvent être freinées, ces roues qui sont appelées à écraser les pétards les chassent purement et simplement en dehors de la voie, sans provoquer leur explosion.

Je donnerai pour preuve, lecture d'une lettre qui m'a été communiquée et qui est adressée par un Ingénieur de la voie et des travaux à la Compagnie des chemins de fer d'Orléans à un Inspecteur des chemins de fer de l'État français.

Mon cher Camarade,

« Il résulte d'expériences que nous avons faites que nos appa-
» reils à pétards ne peuvent pas résister à la poussée des roues
» bloquées par les freins; si l'attache du pétard de l'appareil
» n'est pas rompue, la queue du pétard se tord et la roue
» l'écarte sans l'écraser. Je vous serai obligé, mon cher Cama-
» rade, de me faire savoir si vous avez constaté pareille chose
» chez vous, et, dans ce cas, comment vous y remédiez. »

Je n'insisterai pas plus longtemps sur cette objection, et j'arrive à celle qui est une des plus importantes.

IV. — Il peut arriver que le signal optique se trouve, pour une raison ou pour une autre, incomplètement fermé: le mouvement du porte-pétard étant solidaire de celui du disque, une insuffisance de déplacement de ce dernier entraine fatalement une insuffisance de déplacement du porte-pétard et les pétards eux-mêmes se trouvent en dehors des rails, c'est-à-dire en dehors de l'atteinte des roues de la locomotive qui, seules peuvent provoquer l'explosion.

Il semblerait donc de toute importance que, à un degré de fermeture fixé par la Compagnie, les pétards puissent fonctionner aussi bien qu'à la fermeture complète.

Tels sont les inconvénients les plus graves qu'il y avait lieu de signaler dans l'emploi des pétards actuels, comme signaux acoustiques.

Avant de donner la description de l'appareil de MM. Cousin et Soubrier, je vais en énumérer les avantages.

I.—Les cartouches employées sont des cartouches se rapprochant beaucoup de celles qui sont en usage pour la chasse: elles sont à douille en cuivre et à inflammation centrale, la charge de poudre étant recouverte par une bourre très épaisse en feutre gras sur laquelle on coule une couche de paraffine fondue ou toute autre matière imperméable: de la sorte, la poudre se trouve être complètement à l'abri de l'humidité de l'air.

Le canon de l'appareil dans lequel se trouve logée la cartouche est à son tour protégé de la pluie ou de la neige par une plaque de recouvrement.

La protection de l'appareil est donc absolue.

Cette disposition entraine la suppression totale des ratés de

toute nature, provenant des agents extérieurs, étant donné surtout que les amorces amenant l'explosion sont soumises aux mêmes conditions que les amorces de guerre pour lesquelles, il n'est toléré qu'*un et demi pour mille* de ratés, chiffre qui, d'après les statistiques officielles, n'est jamais atteint.

II. — Les cartouches de l'appareil Cousin-Soubrier, sont placées à 1,30 *m* au-dessus du sol, c'est-à-dire dans le plan du tablier de la locomotive, à gauche de la marche du train. La distance qui sépare le chauffeur de la première roue qui provoque l'explosion est telle, que l'éclatement a lieu au moment pour ainsi dire précis, où le chauffeur se trouve dans le plan vertical de l'explosion, perpendiculairement à la direction du rail. Ces dispositions sont telles, que le chauffeur entend à coup sûr le bruit de l'explosion, dont l'intensité peut être réglée à volonté par le calibre des cartouches et par la charge de poudre employée.

III. — Aussitôt qu'un signal d'arrêt absolu, muni de l'appareil Cousin-Soubrier, a été franchi et, que par suite, les cartouches ont été détruites, un circuit électrique se trouve automatiquement fermé et actionne une sonnerie placée au poste qui commande le signal. L'employé est alors immédiatement prévenu qu'il doit remplacer les cartouches et que le signal a été franchi étant à l'arrêt.

IV. — La boîte d'explosion contenant les cartouches étant fermée, ne peut être ouverte que par le porteur de la clef qui, de ce seul fait, est responsable. Nous nous trouvons donc en présence d'un moyen simple et en même temps pratique, de déterminer les responsabilités en cas d'accident, en ayant toutefois soin de numéroter les cartouches. A la suite de l'explosion des pétards actuels, il ne reste aucune trace de ce qui s'est passé, alors qu'avec le système Cousin-Soubrier, la douille de la cartouche demeure comme témoin de l'explosion.

V. — Cet appareil ne comporte pas d'organes délicats pouvant en compromettre le bon fonctionnement.

VI. — Les cartouches employées sont réamorçables, ce qui permet d'en réduire le prix à celui de quelques grammes de poudre, soit une dépense insignifiante, puisque, dans ce cas, la poudre elle-même, serait vendue non plus comme matière de luxe, à 12 *f* le kilogramme, mais bien comme étant destinée à un service public, soit environ 3 *f* le kilogramme.

VII. — L'inconvénient relaté plus haut, provenant du freinage des roues, n'existe pas et les essais l'ont prouvé surabondamment.

VIII. — Enfin, comme nous le verrons tout à l'heure, cet appareil peut être réglé de telle façon que l'explosion des cartouches ait lieu, quel que soit le degré de fermeture du signal. Il suffit de connaître l'angle de fermeture sous lequel les Compagnies considèrent le signal comme fermé pour le mécanicien ; l'appareil sera en conséquence réglé, pour que suivant ces données, l'explosion se produise. Dans ces conditions, les mécaniciens ne pourront plus arguer que pour eux, la voie était ou n'était pas ouverte, puisque dans le premier cas, les détonations n'auraient pas eu lieu.

IX. — Enfin l'appareil Cousin-Soubrier peut être fixé directement au disque et employé en ce cas, pour rendre celui-ci inviolable, ou bien posé sur un fût et manœuvré isolément, indépendamment alors du disque lui-même. Dans cette dernière hypothèse il serait un puissant auxiliaire sur les voies uniques, car il pourrait être placé en amont et en aval des postes de garde-barrières à une distance convenable et, commandé de ces postes au moyen d'un fil et d'un levier pour que, au moment où la sonnerie d'alarme viendrait à retentir, les gardes-barrières n'aient plus qu'à manœuvrer les deux leviers mis à leur portée, pour assurer ainsi d'une façon efficace et rapide, la protection de deux trains engagés en sens contraire sur une même voie.

J'arrive à la description de l'appareil Cousin-Soubrier : le nouveau signal acoustique se compose de deux parties essentielles :

a) La boîte d'explosion ;

b) Le mouvement de déclenchement des percuteurs.

Boîte d'explosion.

Cette première partie du signal acoustique se compose d'une boîte rectangulaire en fonte, à fermeture aussi hermétique que possible, de façon que la pluie et la neige ne puissent avoir aucune influence sur ce qui s'y trouve renfermé.

A l'intérieur et au centre, se trouve un tube en acier dans lequel fonctionne une fourchette articulée maintenue constam-

ment à la position ouverte, par un ressort à boudin de 100 *kg* destiné à équilibrer le poids d'un homme marchant sur la pédale.

De chaque côté du tube central, s'en trouvent deux autres situés dans le même plan. Ces deux tubes sont fendus longitudinalement et, sur chacun d'eux, coulisse une masselotte portant en son centre un percuteur.

Les deux masselottes étant relevées à la main au-dessus de chaque branche de la fourchette, cette dernière les maintient à cette position et l'on conçoit facilement que le retrait des fourchettes, opéré par une traction sur le ressort, entraîne la chute des deux masselottes et la percussion des cartouches.

Au-dessous de la boîte d'explosion proprement dite et tourillonnant sur le tube central se trouve placé un canon double dont les deux centres correspondent exactement aux percuteurs.

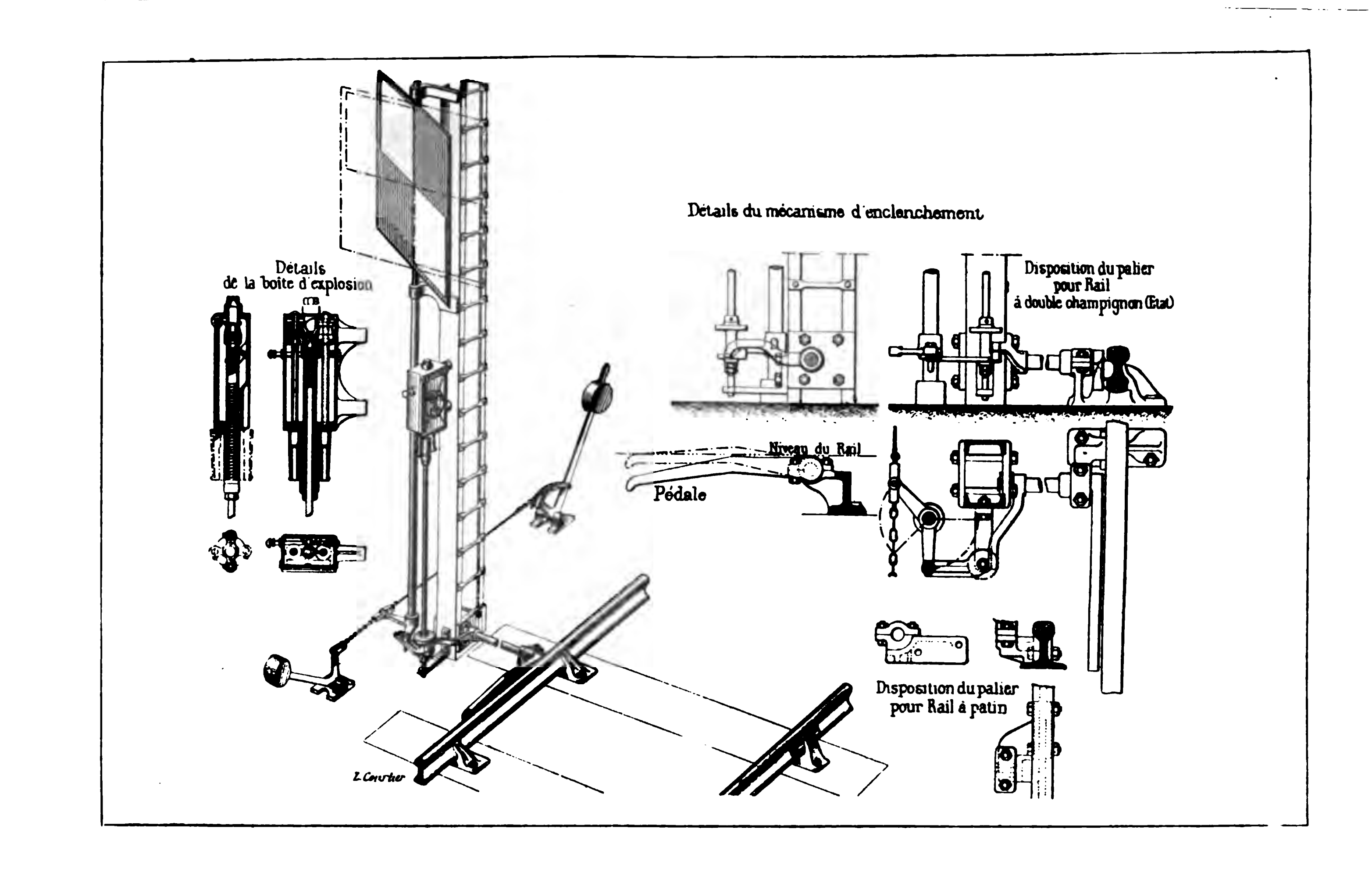
Mouvement de déclenchement des percuteurs.

Ce mouvement comprend le mécanisme propre à amener la traction du ressort à boudin destiné à produire la percussion par le fait même du passage d'un train devant le signal fermé.

Ce mouvement ou commande du ressort, peut se faire de différentes façons suivant les cas et suivant la disposition des disques sur lesquels on veut placer l'appareil. En général, la commande a lieu par une pédale analogue à celle de l'appareil *Aubine*, c'est-à-dire en forme de V renversé très ouvert, reliée à un arbre perpendiculaire à la voie.

A l'extrémité de cet arbre et dans un sens parallèle à celui de la pédale se trouve un index en forme de doucine terminé par un contact et qui peut subir un mouvement semblable à celui de la pédale. A la base de la tige centrale à laquelle est fixé le ressort à boudin de la boîte d'explosion, est fixée horizontalement une pièce folle en forme de came et munie d'une fourchette. La came porte dans son épaisseur un plan incliné sur lequel l'index est obligé de monter dans le mouvement que lui communique le disque en tournant. Ce mouvement est transmis à la came folle par une jambe de force fixée au mât du signal et à une extrémité de laquelle se trouve un doigt qui peut coulisser dans la fourchette de la came.

On conçoit donc qu'au premier mouvement de rotation du disque, celui-ci entraîne la pièce folle qui oblige l'index à monter sur la rampe de la came, et à occuper la place qu'il doit avoir


Détails
de la boîte d'explosion
Détails du mécanisme d'enclenchement
Disposition du palier
pour Rail
à double champignon (Etat)
Niveau du Rail
Pédale
Disposition du palier
pour Rail à patin
L. Courtier

sur le plateau : il en résulte que la pédale ayant suivi ce mouvement, elle se trouve dépasser la hauteur du rail, c'est-à-dire qu'elle est engagée pour l'explosion.

On s'apercevra facilement par ce qui précède que l'index étant fixe et la pièce folle possédant un mouvement de 90°, la position de cet index ne dépend que d'une rotation de la jambe de force, c'est-à-dire du disque. Dans ce cas, quelle que soit la position de ce dernier, à partir de 40°, par exemple, la pédale se trouve toujours être dans la position du départ.

M. Rochatte, le collaborateur de MM. Cousin et Soubrier se met à la disposition de nos collègues pour donner les explications qu'ils pourront désirer.

LES
LOCOMOTIVES A TIROIRS CYLINDRIQUES
Système RICOUR
ET LA DISTRIBUTION
Système Pierre GUÉDON

PAR

M. P. GUÉDON

Considérations générales.

En raison des pressions élevées dont on fait usage aujourd'hui dans les locomotives, les tiroirs cylindriques tendent à s'employer beaucoup aujourd'hui pour ces machines, et dans son important ouvrage : *Traité pratique de la machine-locomotive*, M. Demoulin dit qu'il croit ces tiroirs appelés à y devenir d'un usage presque général. En Angleterre, quatre grandes Compagnies les appliquent à une partie de leurs nouvelles locomotives; les puissantes machines Mallet de l'État belge en sont aussi munies, ainsi que des locomotives allemandes, autrichiennes et un grand nombre de machines américaines.

Voici la conclusion d'un article de la *Railroad Gazette* du 29 juillet dernier, — reproduit dans le *Bulletin* de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer, numéro de mars 1899, — sur l'application de ces tiroirs aux locomotives, aux États-Unis :

En raison du peu de frottement auquel ils donnent lieu (le quart seulement des tiroirs ordinaires et la moitié de celui des tiroirs dits équilibrés) et de la facilité qu'ils offrent pour augmenter la longueur des lumières (1), *les tiroirs cylindriques semblent être*

(1) « On sait, dit en outre cette publication, que la vapeur à haute pression réclame pour son emploi économique de grandes lumières et de larges passages, et c'est sur ce principe qu'est basé l'emploi, dans les locomotives Baldwin à deux cylindres, de tiroirs et de lumières de mêmes dimensions pour les deux côtés de la machine. »

ceux dont l'emploi présente le plus d'avantages, et les nombreuses Compagnies de chemins de fer qui se sont décidées à en faire usage, sont vraisemblablement dans la bonne voie (1).

En France, les chemins de fer de l'État, seuls, emploient ces tiroirs d'une façon étendue; dès 1884, 130 locomotives à voyageurs et à marchandises de ce réseau étaient munies de tiroirs cylindriques d'un système dû à M. Ricour, alors Ingénieur en chef du matériel et de la traction de l'État. Ce nombre est aujourd'hui de 150 environ.

En plus du bénéfice qui résulte du peu de frottement auquel ils donnent lieu et de l'augmentation de la longueur des lumières qu'ils permettent, les tiroirs cylindriques présentent un autre avantage : c'est la possibilité de faire usage, dans les machines qui en sont munies, d'un faible espace nuisible.

Les Ingénieurs de chemins de fer ne sont pas d'accord sur la perte de rendement à laquelle donne lieu le *volume* plus ou moins grand de l'espace nuisible, et quelques-uns estiment que cette perte peut être compensée par une compression complète. Il ne saurait en être ainsi, cependant, que si la détente abaissait la pression dans le cylindre à une valeur égale à la contre-pression, — ce qui a très rarement lieu dans les locomotives. D'après l'un de nos Collègues les plus autorisés en cette matière, M. Lencauchez, la récupération pendant la détente du travail négatif de la compression ne peut, à beaucoup près, être complète, et cette compression donnerait lieu à un déchet généralement supérieur à 30 0/0.

Si l'on diffère d'avis sur la perte à laquelle donne lieu le volume plus ou moins grand de l'espace nuisible, tout le monde reconnaît que les condensations qui se produisent dans les cylindres pendant les périodes de compression et d'admission sont d'autant plus considérables que les surfaces développées de l'espace nuisible — et que M. Ricour appelle *surfaces de condensation* — sont plus étendues elles-mêmes.

M. Bryan-Donkin dit à ce sujet (2) que les surfaces des parois encaissant l'espace nuisible ont beaucoup plus d'effet sur les condensations de la vapeur dans les cylindres et sur l'économie des machines que le volume de ce même espace nuisible; ces

(1) D'une communication faite par M. Bertin, directeur de constructions navales, à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, il résulte que les tiroirs cylindriques sont également très employés dans la marine.

(2) *Revue de Mécanique*, février 1897.

surfaces produisent, ajoute-t-il, de 70 à 80 0/0 de la condensation totale dans les cylindres, cette condensation affectant elle-même 40 à 50 0/0 de la vapeur admise.

En fait, directement ou indirectement, l'espace nuisible donne donc lieu à une perte de rendement qui augmente avec son volume, et la diminution de ce volume et des surfaces qui l'encaissent doit procurer un gain certain, — à condition, bien entendu, que cette diminution ne soit pas la cause d'une compression exagérée venant réduire le travail moteur.

Dans les machines à tiroirs cylindriques des chemins de fer de l'État, le volume de l'espace nuisible, de chaque côté du piston, est inférieur à 2 1/2 0/0 du volume engendré par ce piston, en raison du faible développement des lumières, qui sont disposées tout à fait aux extrémités du cylindre distributeur *(fig. 1, pl. 215)*.

Par rapport aux machines des mêmes séries ayant 5 0/0 d'espace nuisible, M. Ricour estime que cette diminution donne lieu, dans la marche à 35 0/0 d'admission, à une augmentation de travail de 11 0/0 provenant (1) :

4 0/0 du fait de la diminution du volume de l'espace nuisible, et 7 0/0 du fait de la diminution des surfaces développées de cet espace.

Le peu de frottement auquel, d'autre part, ces tiroirs donnent lieu, augmente le rendement organique des machines, et procure ainsi une nouvelle augmentation de travail de 7,5 0/0, pour une même dépense de vapeur et d'eau, relativement aux locomotives à tiroirs à coquille ordinaires, donnant ainsi au total un bénéfice de 18,5 0/0.

Locomotives à tiroirs cylindriques des chemins de fer de l'État.

Les tiroirs cylindriques des Chemins de fer de l'État comportent pour chaque cylindre deux pistons *p*, *p* *(fig. 1 et 2, pl. 215)*, qui sont formés de trois parties essentielles :

1° Une souche femelle *f* *(fig. 1, 2 et 4)*, qui se place la première sur la tige, contre l'embase *e*; un tenon *(fig. 1)* l'empêche de tourner sur cette tige;

2° Un segment *s* *(fig. 1, 2 et 3)*, ou lame élastique en fonte, formant l'office d'une bande d'un tiroir ordinaire. L'épaisseur de ce

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, n° d'avril 1884.

segment est de 6 *mm*, et il est muni intérieurement d'une nervure de 10 *mm* de hauteur et de 3 *mm* d'épaisseur. Il enveloppe la souche femelle sur son pourtour, et il porte un ergot qui s'engage dans l'épaisseur de cette souche et l'empêche ainsi de tourner par rapport au piston. Des rainures *h*, *h*, *h*, pratiquées sur la surface extérieure du segment, permettent à la contre-pression dans le cylindre de se transmettre sur tout son pourtour et facilitent le graissage.

Les extrémités de ce segment forment un joint croisé, *ab de* (*fig. 3*); les coupures, qui ont 12 *mm* de largeur, permettent au segment de s'ouvrir lorsqu'il est pressé par la vapeur de la boite à tiroir, et aussi de se fermer quand il supporte extérieurement une pression supérieure à celle qui le presse intérieurement;

3° Après le segment, on place une couronne élastique emboutie *o* (*fig. 1, 2 et 5*), de 1 *mm* d'épaisseur, puis une souche mâle *m* (*fig. 1, 2 et 6*), — et on serre enfin les souches entre elles au moyen d'un écrou qu'on visse sur la tige (*fig. 1*).

Les deux souches serrent fortement entre leurs bords, pour éviter tout matage, la couronne élastique et la nervure du segment; c'est ainsi que ce segment est entraîné dans le mouvement de la tige; grâce à la couronne élastique il peut, d'un autre côté, facilement s'ouvrir ou se fermer, suivant que la plus forte pression à laquelle il est soumis s'exerce intérieurement ou extérieurement.

Deux petits chapeaux *c*, *c* (*fig. 2*) à ressort, et un couvre-joint *s* (*fig. 1 et 2*) placé à l'endroit de la coupure, et qu'on monte en même temps que la couronne emboutie, reposent sur cette couronne et viennent d'autre part appuyer sous le segment, qu'ils maintiennent bien centré par rapport à la tige.

Le diamètre du cylindre distributeur est un peu supérieur à celui du segment; dans la marche à régulateur fermé, ce segment ne frotte pas ainsi contre le cylindre, si les guides des tiges n'ont pas d'usure. Mais lorsque la vapeur entre dans la boite à tiroir, elle pénètre dans l'intervalle *n n* (*fig. 1*) ménagé entre la souche femelle et le segment, et elle applique ainsi d'une façon tout à fait étanche ce dernier contre les parois du cylindre distributeur.

En marche, en raison du peu d'intervalle existant entre la souche femelle et le segment, la vapeur subit un certain laminage et par suite une dépression en ces points; c'est cette cir-

constance, jointe à la faible surface pressée intérieurement par la vapeur, qui fait que le frottement de ces tiroirs est très faible. Les segments fournissent ainsi des parcours dépassant 300 000 *km* sans que leur usure atteigne 1 *mm*.

N'oublions pas de mentionner la soupape de rentrée d'air imaginée par M. Ricour, et qui est indispensable au bon fonctionnement des machines à tiroirs cylindriques.

On sait que lorsqu'une locomotive marche à régulateur fermé, le vide tend à se produire dans le cylindre, derrière le piston, dès que celui-ci s'éloigne de son fond de course; ce vide se communique à la boite à vapeur, et quand l'effort exercé sur le tiroir par la pression existant dans cette boite, augmenté du poids du tiroir lui-même et du frottement qu'il éprouve dans son cadre, devient inférieur à l'effort que la pression atmosphérique exerce de son côté sous cet organe par le tuyau d'échappement, le tiroir se détache de la table en donnant passage aux gaz chauds de la boite à fumée, qui affluent dans la boite à vapeur et de là dans le cylindre, derrière le piston.

Lorsque la période d'introduction est terminée, celle de détente commence; les gaz précédemment aspirés se raréfient alors, et au moment où le tiroir vient découvrir l'orifice du côté de l'échappement (commencement de la période d'échappement anticipé, dans la marche sous vapeur), une nouvelle aspiration plus violente que la première se produit, et directement cette fois, dans la cheminée.

Comme, pendant toute cette course, la pression atmosphérique, agissant par le tuyau d'échappement, règne de l'autre côté du cylindre, il se trouve que la raréfaction ci-dessus donne lieu à une certaine contre-pression sur le piston. Si le tiroir n'a pas assez de jeu de soulèvement ou est trop juste dans son cadre, cette contre-pression peut atteindre 0,5 *kg* par centimètre carré de la surface des pistons, et la résistance qu'elle oppose à la marche est alors de 4,3 *kg* environ par tonne du poids de la locomotive : pour une vitesse de 62 *km* à l'heure, cela représente un travail résistant de 80 *ch* (1).

(1) M. du Bousquet. *Bulletin de février 1896 de la Société des Ingénieurs civils.*

Ce calcul peut être établi de la façon suivante : soit une machine d'un poids total de 80 *t*, ayant des cylindres de 480 *mm* de diamètre, 0,600 *m* de course de pistons, et un diamètre de roues motrices de 2 *m*.

La surface des pistons est de 1 810 cm^2, et la contre-pression totale s'exerçant sur chacun d'eux, par suite du vide relatif qui existe sur la face qui serait motrice dans la marche sous vapeur, atteint 1 810 × 0,5 = 905 *kg*. Pour une vitesse de 62 *km* à l'heure, soit de

Dans les locomotives à tiroirs cylindriques non munies de soupapes de rentrée d'air, les tiroirs ne pouvant que difficilement laisser passer entre eux et les parois des cylindres distributeurs les gaz de la boite à fumée, le vide produit dans les cylindres moteurs par le déplacement des pistons se maintient, la locomotive fait frein et elle s'arrête sur un palier ou une faible pente dès qu'on ferme le régulateur.

Cependant, sous l'action du vide produit dans le cylindre moteur et qui se communique à la boite à vapeur, les gaz de la cheminée tendent à s'infiltrer sans cesse entre les parois de cette boite et les pistons distributeurs; dès qu'un passage s'établit, les cendres mêlées aux gaz chauds s'interposent entre les surfaces frottantes et produisent bien vite des rayures, qui donnent ensuite lieu, dans la marche à régulateur ouvert, à des fuites considérables de vapeur.

Avec la soupape de rentrée d'air S, représentée figures 1 et 2, et montée, comme l'on voit, sur le tuyau de prise de vapeur, voici ce qui se passe :

Lorsqu'on marche à régulateur ouvert, la vapeur arrivant par le tuyau d'admission appuie cette soupape sur son siège, et il n'y a rien de modifié dans le fonctionnement de la machine. Mais dès qu'on ferme le régulateur, le ressort placé à la base de la soupape la fait lever, l'air extérieur est aspiré dans la boite à vapeur et dans le cylindre, et il n'y a plus appel des gaz de la boite à fumée, sauf pendant le temps très court que dure l'échappement anticipé : la machine devient très libre (1), et les tiroirs se conservent absolument étanches. Enfin l'air aspiré dans le

17,22 *m* par seconde — correspondant à un nombre de tours de roues motrices de $\frac{17,22}{3,14 \times 2} = 2,742$ —, le travail résistant en kilogrammètres auquel cette contre-pression donne lieu s'élève ainsi à :

905 *kg* $\times$ 0,6 *m* (course des pistons) $\times$ 4 (nombre de pulsations par tour) $\times$ 2,742 (nombre de tours par seconde) = 5 956,

soit encore : $\frac{5956}{75} = 78$ *ch*.

D'autre part, à la vitesse de 17,22 *m* par seconde, une résistance de 1 *kg* par tonne de poids de la machine donne lieu, pour un poids de 80 *t*, à un travail résistant de 17,22 *m* $\times$ 80 *kg* = 1 378 *kgm*; par conséquent, le travail résistant de 5 956 *kgm* ci-dessus correspondra, pour la vitesse et le poids considérés, à une résistance par tonne de $\frac{5956}{1378} = 4,3$ *kg*.

(1) A condition, bien entendu, que la période de compression n'ait pas une trop longue durée par suite d'un recouvrement exagéré des tiroirs et que celle de détente — pendant laquelle un certain vide tend à se produire dans le cylindre —, soit courte également : c'est ce qui se présente dans la marche à fond de course.

cylindre est, au retour du piston, refoulé dans la cheminée et il augmente le tirage : sur les lignes accidentées, comme celles du réseau de l'État, la production de la chaudière en est augmentée, et on peut arriver bas d'eau au sommet des rampes, certain qu'on sera de remonter le feu, l'eau et la pression dans les pentes.

Les machines à tiroirs cylindriques des chemins de fer de l'État n'ont pas donné, au début surtout, les résultats prévus par M. Ricour.

C'est que le recouvrement donné aux tiroirs, à l'échappement, et qui atteignait 4 *mm*, créait une période de compression trop longue, surtout dans la marche à 20 ou 25 0/0 d'admission employée habituellement aux grandes allures. Comme, en outre, et ainsi que nous l'avons dit, l'espace nuisible est très réduit dans ces machines, il s'ensuivait que la tension de la vapeur, avant la fin de la période de compression, dépassait la pression à l'admission : il en résultait une grande résistance à l'avancement des pistons moteurs, à chaque fin de course.

Considérons, par exemple, l'admission de 20 0/0. Dans cette marche, la compression avait une durée de 37 0/0 de la course des pistons; en comptant, au début de la compression, sur une pression minimum de 1,2 *kg* (absolu), on voit qu'au moment de l'avance à l'admission, la vapeur comprimée devait atteindre la pression de 20 *kg* absolus, en admettant, d'autre part, que cette compression s'effectuât suivant la loi de Mariotte et sans aucune condensation.

En comptant sur une pression de 1,4 *kg* au début de la compression, les chiffres ci-dessus devenaient respectivement 23 et 22 *kg*, alors que la pression à l'admission était seulement de 9 *kg*.

Les condensations qui se produisent pendant la période de compression diminuaient sensiblement ces chiffres; cependant les segments de pistons distributeurs devaient encore, avant la fin de la course des pistons moteurs, se refermer sur eux-mêmes et donner passage vers l'échappement à la vapeur comprimée, constituant ainsi une perte importante.

Le travail moteur qui, avec cette admission de 20 0/0, aurait pu être suffisant, dans le cas d'une faible compression, pour maintenir la vitesse nécessaire sur paliers et faibles pentes, n'était plus assez élevé, et il fallait employer une admission plus forte, — moins économique, ainsi, que celle qui était utilisée dans les locomotives ordinaires.

En outre, la fermeture des segments de pistons distributeurs par la compression, suivie de leur extension brusque au moment de l'admission, — fermeture et extension se suivant d'une manière très rapide dans la marche à grande vitesse, — occasionnait la rupture de ces segments.

Des fuites importantes, par suite d'un montage défectueux, se produisaient enfin entre les cylindres distributeurs et les chemises rapportées dans ces cylindres (*fig. 1 et 2*).

Ces diverses circonstances nuisaient au rendement des machines à tiroirs cylindriques et, dans la marche à grande vitesse et à faible charge, ce rendement était inférieur à celui des machines ordinaires.

Dans la marche à grande admission et à faible vitesse, comme à la montée des fortes rampes ou aux trains lourdement chargés, le rendement des machines à tiroirs cylindriques s'améliorait beaucoup, parce que la compression avait une durée plus faible et que la tension finale de la vapeur comprimée ne dépassait pas alors la pression à l'admission.

Les essais effectués par M. Ricour le furent dans ces conditions, c'est-à-dire à faible vitesse et avec admission élevée, et les économies de 18 et 20 0/0 trouvées en faveur de ces machines étaient bien réelles.

Pour diminuer la compression, M. Desdouits, Ingénieur en chef actuel des chemins de fer de l'État, a fait rogner 11 *mm* sur les segments, du côté de l'échappement (aux machines construites antérieurement à 1897) ; au lieu d'un recouvrement de 4 *mm*, on a ainsi un découvrement de 7 *mm*, et pour les admissions de 20 et 30 0/0, les périodes de compression sont diminuées respectivement de 11 et de 8 0/0.

Dans ces conditions, ces machines peuvent marcher dans de bonnes conditions économiques aux admissions de 28 et de 30 0/0, mais pas beaucoup au-dessous, la compression devenant encore trop forte lorsqu'on veut se rapprocher davantage du point mort.

Dans les locomotives à tiroirs à coquille, lorsque le découvrement à l'échappement est un peu élevé, il y a un moment d'une certaine durée où les deux côtés de chaque cylindre sont mis en communication entre eux par les lumières et par le dessous du tiroir; l'échappement anticipé commence alors à se produire d'un côté (face motrice du piston), et comme la vapeur peut s'y trouver à une tension de plusieurs kilogrammes, elle vient augmenter la contre-pression sur la face résistante du piston.

Ce fait a été mis en lumière daus les expériences effectuées sur la machine compound n° 2158 du chemin de fer du Nord; il a été reconnu ainsi qu'un découvrement de 7 *mm* aux tiroirs des grands cylindres peut être moins avantageux, pour la diminution de la contre-pression moyenne, qu'un découvrement de 5 *mm*, sauf aux vitesses supérieures à 95 *km*, où la communication entre les deux côtés du cylindre n'a pas alors le temps de s'établir.

Cette communication ne s'établit probablement pas non plus, même à des vitesses sensiblement moins élevées, dans les locomotives à tiroirs cylindriques des chemins de fer de l'État, par suite du trajet moins direct que doit effectuer la vapeur d'échappement *(fig. 1, pl. 215)* pour se rendre d'un orifice à l'autre, ceux-ci étant placés aux extrémités du cylindre.

Un découvrement de 7 *mm* n'offre donc pas d'inconvénient sous ce rapport, et on peut l'employer efficacement, comme l'a fait M. Desdouits, pour obtenir une diminution de la période de compression, et une diminution également de la contre-pression moyenne.

Toutefois, ce grand découvrement a eu pour effet, d'un autre côté, d'augmenter beaucoup l'avance à l'échappement; s'il ne s'ensuit pas de diminution dans l'aire des diagrammes aux grandes vitesses, il n'en est pas de même aux faibles et moyennes vitesses, fréquemment employées aux trains lourds sur les chemins de fer de l'État; la modification ci-dessus a donc donné lieu à une certaine perte pour ces vitesses.

En résumé, le faible volume de l'espace nuisible donné à ces machines a été une cause de mauvais rendement et a occasionné, en outre, un grand nombre de ruptures de segments de pistons distributeurs; aussi, dans les dernières machines à tiroirs cylindriques construites il y a deux ans, M. Desdouits a-t-il plus que triplé ce volume, malgré une pression de 14 *kg* à la chaudière, plus difficilement atteinte par la compression.

Il faut remarquer qu'en augmentant le volume de l'espace nuisible par une plus grande valeur donnée aux fonds de course des cylindres, on n'agrandit que d'une faible quantité les surfaces développées de cet espace nuisible : 1/10e environ ici.

Ainsi, dans les locomotives à grande vitesse à distribution Ricour du réseau de l'État, la surface du plateau de cylindre et du piston est de 30,5 dm^2, et celle de la lumière et de l'anneau cylindrique de 12,2 dm^2, soit au total : 42,7 dm^2. Une augmentation de 1 *cm* du fond de course, donnant un volume de $\pi r^2 \times 0{,}01$

$= 1,5\ dm^3$, soit 1 1/2 0/0 du volume engendré par le piston, produit seulement une augmentation des surfaces développées de l'espace nuisible de $\pi D \times 0,01$, soit $1,4\ dm^2$ ou $\frac{1,4}{42,7} = \frac{1}{30^e}$: le volume de l'espace nuisible est alors de $2,4 + 1,5 = 3,9$ 0/0 de celui engendré par le piston.

En portant, de cette façon, le volume de l'espace nuisible à 7,5 0/0, les surfaces de condensation ne sont augmentées que de $\frac{4,9}{42,7}$, soit d'un peu plus de $1/10^e$.

Dans les locomotives à tiroirs à coquille ayant seulement 5 0/0 d'espace nuisible, la somme de la surface des lumières et de l'anneau cylindrique est égale à celle du piston et du fond de cylindre, ce qui donne comme surface totale : $30,5 \times 2 = 61\ dm^2$.

Il reste ainsi, en faveur des dernières machines à tiroirs cylindriques des chemins de fer de l'État, comparées aux locomotives à tiroirs à coquille ordinaires, le bénéfice dû à un très faible frottement des tiroirs et à une diminution sensible des surfaces de condensation, donnant finalement une augmentation importante des rendements organique et thermique.

En fait, ces machines, intercalées dans le roulement des compound type Nord du même réseau, font un service tout à fait comparable à ces dernières, aux divers points de vue de la dépense de combustible et d'eau, des charges remorquées et des vitesses réalisées. Ainsi, pour une charge moyenne remorquée de 155 à 170 *t* (le poids maximum de la locomotive et du tender étant de 100 *t*), la consommation de briquettes par kilomètre, sur des lignes très accidentées comprenant de longues rampes de 10 *mm* et de nombreuses courbes de 500 *m*, est seulement de 8,5 *kg* à 9 *kg*, — et par 1 000 tonnes kilométriques remorquées, de 52 à 55 *kg*.

Compression de la vapeur dans l'espace mort.

Nous croyons utile de dire maintenant quelques mots de la compression dans les locomotives.

On sait qu'avec les distributions à coulisse dont on fait usage dans ces machines, la durée de la compression augmente à mesure que la période d'admission diminue; pour des admissions de 80 et de 20 0/0 de la course des pistons, la compression, dans

les locomotives à coulisse de Gooch de la Compagnie d'Orléans, passe ainsi de 10 à 37 0/0. *Théoriquement*, d'après M. Dwelshauvers-Dery (1), cet accroissement de la compression, correspondant à une diminution de l'admission, procurerait le meilleur rendement; mais il n'en est pas ainsi dans la pratique, au contraire.

L'admission de 20 0/0 est celle qui est le plus employée dans les machines à simple expansion aux trains express; la contre-pression, sur la face résistante des pistons, atteint à ces trains une moyenne de 0,5 *kg*, et il est nécessaire de donner à l'espace nuisible un grand volume (jusqu'à 9 0/0) pour éviter que la valeur finale de la vapeur comprimée ne dépasse la pression dans les boîtes à tiroir.

Les lumières ont aussi une grande hauteur pour diminuer le laminage aux faibles introductions, et ces deux circonstances font que les surfaces encaissant l'espace nuisible ont un grand développement : les condensations dans les cylindres sont très élevées de ce fait.

La *durée* de la compression a aussi une grande influence sur ces condensations; or, M. Dwelshauvers-Dery a établi, par des expériences faites avec le plus grand soin, que le régime le plus économique d'une machine fonctionnant sans condensation est celui qui correspond à la marche sans compression, et que ce rendement diminue constamment au fur et à mesure que la compression augmente.

Ainsi, pour une admission de 10 0/0, dans la marche sans condensation, une compression de 1/10 réaliserait, par rapport à celle de 3/10, une augmentation de rendement de 15 0/0; comparativement à celle de 2/10ᵉ, la compression de 1/10 donnerait encore une augmentation de 6,3 0/0.

Mais c'est surtout au delà de 2/10 que la compression devient onéreuse; ainsi, cette compression de 2/10 réaliserait, par rapport à celle de 3/10, une augmentation de rendement de 8,2 0/0, et une augmentation de 41 0/0 par rapport à celle de 4/10.

L'examen raisonné des phénomènes qui s'accomplissent dans les cylindres des machines à vapeur montre que, au point de vue du rendement, les longues compressions sont surtout nuisibles avec les faibles admissions.

D'abord, pour une pression et, par suite, pour une température donnée à l'admission et à l'échappement, la température moyenne

(1) *Revue universelle des Mines et de la Métallurgie*, tome XL, 1897, et *Revue de Mécanique*, octobre 1897 et août 1898.

des parois d'un cylindre est d'autant plus élevée que la période d'admission est plus longue elle-même.

Ensuite, au début de la période de compression, la vapeur est à une température inférieure à celle des parois; cette température s'élève rapidement pendant la compression, et si celle-ci a une durée suffisante, il arrive un moment où la température de la vapeur est égale à celle des parois. Si la compression se prolonge encore au delà de ce point critique, la température de la vapeur dépasse celle des parois, et il s'en condense une partie pour réchauffer ces dernières.

L'accroissement de la température de la vapeur comprimée, tant qu'il n'y a pas de condensation, s'accomplit suivant une loi invariable; la température moyenne des parois est, au contraire, d'autant plus faible que l'admission est plus faible elle-même : donc, si l'on pouvait arrêter la compression au moment où les températures de la vapeur et des parois sont devenues les mêmes, cet arrêt devrait se produire d'autant plus tôt que l'admission serait moins longue; en d'autres termes, la durée de la compression devrait, au point de vue des condensations par l'effet des parois et du maximum de rendement, diminuer avec celle d'admission.

Si l'on admet que les parois des cylindres prennent une température égale à la moitié de la somme des deux chiffres représentant : l'un, la température moyenne de la vapeur pendant la course motrice du piston, l'autre, la température de la même vapeur pendant l'échappement, on trouve qu'avec les données ci-après :

Pression d'admission.	13 *kg* absolus,
— d'échappement (moyenne de toute la course, compression comprise)	2 —
Durée de l'admission.	$\frac{20}{100}$
Volume de l'espace nuisible.	$\frac{4}{100}$

ces parois seront à une température de 140° C environ, correspondant à une pression absolue d'un peu moins de 4 *kg*.

Pour qu'il ne se produise pas de condensations pendant la compression avec ces données, cette compression devrait avoir

une durée x égale seulement aux $\frac{6}{100}$ de la course du piston, ce chiffre étant déduit de la relation :

$$4 = \frac{(x + 4)\ 1{,}5}{4},$$

qui donne : $$16 = 1{,}5\ x + 6,$$

$$1{,}5\ x = 10,$$

et finalement : $$x = 6{,}6\ 0/0.$$

Une compression de 20 0/0 de la course amènerait la vapeur comprimée à une tension de :

$$\frac{(20 + 4)\ 1{,}5}{4} = 9\ kg \text{ absolus},$$

s'il ne se produisait pas de condensation pendant cette compression. Mais ces condensations se produiront à partir du moment où la température de la vapeur comprimée aura atteint 140°, et elles seront d'autant plus abondantes (l'échange de température entre la vapeur et les parois n'étant pas instantané) que la *durée* de la compression sera plus longue, — soit par suite d'une marche plus lente de la machine, soit par suite d'une compression plus grande.

Le réchauffage des parois pendant la compression diminuera un peu les condensations qui se seraient produites pendant la période d'admission, si la machine avait été réglée sans compression, — mais d'une faible quantité seulement; et les condensations *anticipées* se produisant pendant la compression, ajoutées aux condensations *initiales* se produisant pendant l'admission, dans le réglage avec compression, seront toujours plus élevées que les condensations se produisant pendant l'admission seulement dans une machine sans compression.

C'est ce qu'ont bien fait ressortir les expériences de M. Dwelshauvers-Dery dont nous avons déjà parlé.

Si la machine fonctionne à condensation, et qu'elle marche avec la même pression à l'admission et la même introduction, la température moyenne de la vapeur pendant la période motrice sera la même que ci-dessus, soit 162°.

Si la pression moyenne d'échappement est de 0,4 *kg*, corres-

pondant à une température de 75°, la température moyenne des parois, en régime de marche, sera finalement de :

$$\frac{162 + 75}{2} = 117,5° \text{ C.}$$

La température de la vapeur d'échappement, par l'effet de la compression, n'atteindra ce chiffre, qui correspond à une pression de la vapeur de 1,87 *kg*, qu'après une fraction x de la course du piston telle que : $1,87 = \frac{(x + 4)\,0,4}{4}$, d'où l'on déduit : $x = 22,7$.

Ainsi la compression pourra être poussée jusqu'à une fraction beaucoup plus grande de la course du piston, dans les machines à condensation que dans les machines sans condensation, sans qu'il se produise de condensation pendant cette compression.

M. Dwelshauvers-Dery a bien reconnu aussi que la compression est moins nuisible dans les premières machines que dans les secondes, — sa conclusion étant cependant que le fonctionnement le plus économique de *toute* machine à vapeur correspond à la marche *sans compression.*

D'après M. Nadal (1), les parois ne seraient pas beaucoup plus refroidies quand la machine marche à condensation que quand l'échappement se fait à l'air libre, parce que leur pouvoir émissif est faible.

La compression, dans les machines à condensation, pourrait alors être encore plus prolongée que nous l'avons indiqué sans qu'il y ait condensation pendant cette compression.

La plupart des constructeurs de machines emploient une compression aussi faible que possible, dépassant rarement 10 0/0, et limitée au chiffre nécessaire pour opérer sans choc le changement de portage des articulations.

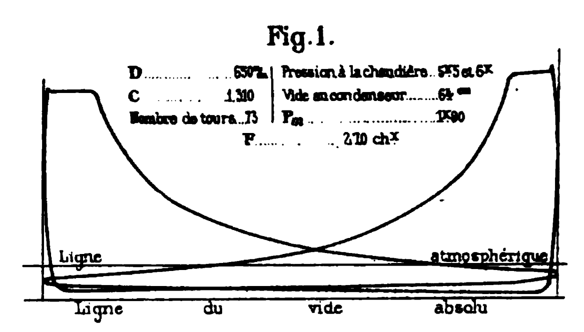
Les diagrammes *(fig. 1)*, accusant seulement une compression de 4 à 5 0/0, avec l'avance à l'admission, ont été relevés sur une machine Corliss de la force de 300 *ch* indiqués, tournant à 73 tours, avec une vitesse moyenne de piston de 3,20 *m* par seconde.

Il n'y a pas, à proprement parler, de compression dans cette machine, mais plutôt une *admission anticipée de vapeur détendue.*

(1) *Revue de Mécanique*, numéro de décembre 1898.

Cet artifice de construction a, paraît-il, été imaginé il y a un assez grand nombre d'années déjà (1) : pour notre part, nous

Fig. 1.

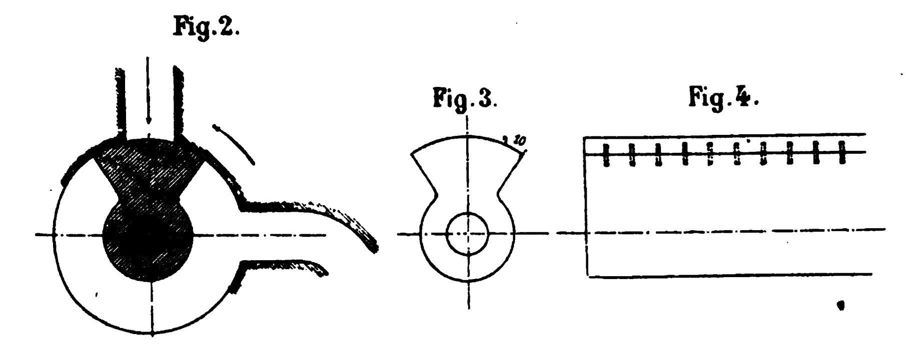


l'avons appliqué, il y environ quatre ans, à deux machines Corliss verticales à grande vitesse de 150 *ch* effectifs, après l'avoir vu employé dans deux machines Van den Kerckove à détente Bonjour, d'une force de 300 *ch* chacune, produisant le courant nécessaire à la marche des tramways électriques de Marseille.

Ces dernières machines, réglées sans doute avec une compression insuffisante, cognaient beaucoup au changement de sens du mouvement des pistons ; pour supprimer ces cognements. M. Bonjour apporta aux distributeurs d'admission la modification suivante.

Un certain nombre de trous de 3 *mm* de diamètre furent percés dans ces obturateurs du côté de l'arête produisant le découvrement de l'orifice pour l'admission, et suivant une ligne parallèle à cette arête et distante d'elle de 10 *mm* (*fig. 2 à 4*) : on

Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.



eut ainsi une admission anticipée précédant l'admission pleine de cette quantité.

(1) Lefer. Bulletin de décembre 1897 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. *Étude du fonctionnement des machines à vapeur.*

L'arrivée de cette vapeur avec une tension croissante devant le piston et devenant juste égale, à la fin de la course, à la pression de la vapeur à l'admission, produisit avec beaucoup de douceur le changement de portage des articulations et supprima complètement les cognements ci-dessus.

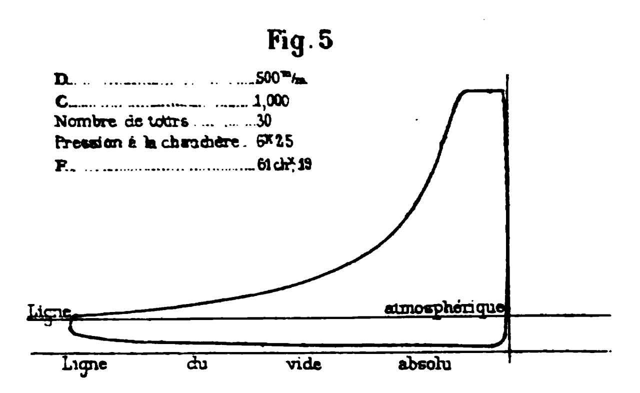
On peut, pour percer ces trous, opérer par tâtonnements et, suivant la puissance de la machine, n'en percer d'abord qu'un petit nombre et d'un diamètre réduit; on augmente ensuite progressivement ce nombre, et au besoin le diamètre, jusqu'à ce qu'on obtienne le résultat cherché.

Le calcul permet aussi de déterminer la distance des trous à l'arête extérieure du distributeur, le nombre et le diamètre de ces trous, de façon à avoir dans le cylindre, avant l'admission réelle, la pression que l'on désire, — telle, par exemple, que celle dans l'enveloppe (1).

Ce mode de réglage est actuellement employé d'une façon courante par une grande maison de construction de machines de Paris.

Le diagramme (*fig. 5*) se rapporte à une machine à détente

Fig. 5



Farcot ayant seulement aussi, en compression et avance à l'admission, réunies, une valeur de 5 0/0 de la course du piston.

On sait que les condensations à l'admission sont d'autant plus importantes que la marche de la machine est plus lente, c'est-à-dire que le *temps* de contact de la vapeur de compression et d'admission avec les parois est plus long.

(1) Il est très facile, dans les machines Corliss, d'employer ce procédé pour diminuer, d'un autre côté, la compression, — et de se rendre compte, ainsi, de l'influence de cette dernière sur la dépense de vapeur et, par suite, sur le rendement.

Il doit en être évidemment de même lorsque cette augmentation dans la durée du contact est produite par une plus grande fraction de la course du piston donnée à la compression.

C'est ce que fait bien ressortir M. Anspach, professeur à l'Université de Bruxelles, dans le numéro de janvier dernier de la *Revue de Mécanique*:

« Ne peut-on admettre, dit-il, que les condensations sur les » parois se trouveront augmentées dans leur ensemble si, au » lieu d'une seule période permettant la condensation (période » d'admission), il s'en trouve deux (périodes de compression et » d'admission)?

» Le temps exerce en cette matière une influence incontes- » table, et la vapeur se condensera en plus grande quantité, si » on lui laisse plus de temps pour se condenser.

. . . .

» Mais on peut aller plus loin dans cette voie, et se de- » mander si le phénomène de condensation à l'admission ne » sera pas lui-même favorisé par la condensation réalisée anté- » rieurement, lors de la compression.

» Il paraît difficilement contestable que, tout au moins dans » de certaines limites, l'eau appelle l'eau, et que les goutte- » lettes déposées sur les parois constituent, avant d'avoir acquis » une épaisseur notable, de véritables centres de condensa- » tion (1).

. . . .

» Nous croyons pouvoir conclure que l'on ne saurait, dans l'é- » tat actuel de nos connaissances, condamner la thèse d'après » laquelle il y a lieu, dans une machine réelle, d'admettre des » compressions beaucoup plus faibles que celles qui se justifie- » raient dans une machine sans échange.

» L'expérience seule peut, d'ailleurs, indiquer le degré de » compression le plus favorable dans chaque cas particulier, et » il ne paraît nullement invraisemblable que dans certains cas » la solution la plus avantageuse consiste dans l'absence de » compression. »

(1) C'est ce qu'exprime aussi M. Nadal en disant (*Revue de Mécanique*, numéros de novembre et de décembre 1898 : *Principes de la théorie mathématique de la machine à vapeur*) que le pouvoir absorbant des parois augmente lorsque ces parois sont déjà en partie recouvertes d'humidité; leur perméabilité descend, au contraire, à sa valeur minima quand elles sont complètement sèches.

M. Nadal dit aussi : « Il y a une limite jusqu'à laquelle la com-
» pression est avantageuse ; cette limite est celle pour laquelle
» la température de la vapeur comprimée devient juste égale à
» la température sur la paroi à la fin de la course. Au delà, la
» température de la vapeur pendant la fin du tour étant supé-
» rieure à celle de la paroi, il y a condensation, la paroi com-
» mence à se couvrir de rosée et sa perméabilité augmente.

» Il en résulte que la compression, lorsqu'elle est un peu
» longue, n'est pas économique. On sait qu'elle présente l'avan-
» tage d'atténuer, et même de supprimer, lorsqu'elle est com-
» plète, la perte spéciale de vapeur due à l'espace nuisible ; mais
» d'autre part elle augmente la perte de chaleur dans la paroi
» d'une façon telle que l'avantage ci-dessus disparaît compète-
» ment » ; puis :

« La perte supplémentaire de calorique due à la compression
» est en général supérieure à la perte spéciale de vapeur due à
» l'espace nuisible quand il n'y a pas de compression. Cet espace
» est ainsi réellement nuisible et il faut chercher à le diminuer
» le plus possible, ainsi que la surface des parois qui l'encais-
» sent ; il faut aussi, pour avoir le maximum de rendement, faire
» très peu de compression. »

A un autre point de vue, on peut dire encore que pour être le plus avantageuse possible, la compression doit être poussée à un point tel qu'elle devienne égale à la pression motrice, augmentée de l'inertie du piston et de la bielle, un peu avant la fin de la course, de manière à dépasser cette dernière pression au moment de l'avance à l'admission, pour que le changement de portage des articulations se fasse sans choc.

La compression n'a souvent pas besoin, pour que cette condition de marche soit réalisée, d'avoir une longue durée ; en tous cas, pour une même vitesse de piston, cette durée doit diminuer lorsque la période d'admission diminue elle-même, la pression motrice à la fin de la course devenant alors plus faible.

Avec les diverses distributions à coulisse des locomotives, c'est le contraire qui a lieu, et la compression y est généralement trop longue, notamment aux crans habituels de marche.

Si l'on ne peut arriver à diminuer la compression en même temps que diminue l'admission, tout au moins doit-on chercher à l'empêcher d'augmenter dans la proportion où cette augmentation se produit.

On peut arriver à ce résultat, avec l'emploi de tiroirs cylin-

driques, en traçant les arêtes des lumières à l'échappement suivant des hélices symétriques ou parallèles, et en donnant le même profil en hélice aux faces correspondantes des tiroirs ; — puis en imprimant à la tige des tiroirs, soit automatiquement par une pièce du mécanisme ou par le volant de changement de marche, soit encore par un volant spécial mis à la main du mécanicien, un certain mouvement de rotation, de manière à diminuer le *recouvrement* des tiroirs à l'échappement lorsque l'admission diminue elle-même.

La réunion de ces deux dispositions — faces des tiroirs et arêtes des orifices en hélice, et rotation de ces tiroirs —, est fertile en applications diverses ; avant de les exposer, nous devons faire observer qu'elles ne sont possibles que si le développement des lumières, dans la boite à vapeur, n'embrasse pas plus des deux tiers de la circonférence des tiroirs.

Dans les locomotives des chemins de fer de l'État français, les lumières n'embrassent que la moitié de la circonférence des cylindres distributeurs *(fig. 2)*.

Pour un diamètre des cylindres distributeurs de 260 *mm*, la longueur des lumières atteint alors 415 *mm*, soit les 94/100 du diamètre des cylindres des dernières locomotives des chemins de fer de l'État, lequel est de 440 *mm*. Dans les machines à distribution par coulisse, où le découvrement des lumières se fait progressivement et est faible pour les introductions habituelles de marche, on estime que cette proportion doit être de 0,8 pour qu'il n'y ait qu'une faible perte de pression entre la boite à vapeur et les cylindres.

Les tiroirs plans ordinaires permettent difficilement d'atteindre cette proportion ; les tiroirs à double orifice, genre Allen, peuvent être employés avec succès sous ce point de vue, mais ils sont plus lourds que les tiroirs ordinaires, leur construction est plus difficile et leur étanchéité moindre. Les tiroirs cylindriques, au contraire, surtout tels qu'ils sont employés aux États-Unis, où les lumières des cylindres embrassent complètement le pourtour des tiroirs, donnent sans difficulté des lumières de grande longueur ; ainsi, pour un diamètre de 10 pouces (254 *mm)*, ces tiroirs donnent une ouverture de lumière de 24 pouces (610 *mm)* de longueur (1).

A l'échappement, on bénéficie, avec ce genre de tiroirs, d'une

(1) *Railroad Gazette*, n° du 29 juillet 1898 (déjà citée).

plus grande section d'ouverture, également, et bien que, dans les locomotives, ce soit surtout la section restreinte de la tuyère qui oppose de la résistance à l'écoulement de la vapeur et crée ainsi la contre-pression sur les pistons, cette contre-pression doit cependant — tout au moins dans certains cas — être diminuée par de plus grandes ouvertures des lumières à l'échappement. Or, la moindre diminution ou augmentation de cette contre-pression, avec les grandes vitesses réalisées aujourd'hui et les grands cylindres employés, prend tout de suite une très grande importance. En tous cas, une grande longueur des lumières d'échappement est avantageuse dans les machines fixes et marines.

Il est reconnu aussi qu'un grand volume des boites à vapeur est nécessaire pour éviter une trop grande chute de pression entre la chaudière et les cylindres, et à la suite des belles expériences du Nord, M. du Bousquet a fait tripler le volume des boites à vapeur des compound en construction pour ce réseau. Le résultat de cette modification est d'éviter la surpression intermittente qui se produit sur les tiroirs de haute pression vers la fin de l'admission et qui, avec des boites à vapeur de 17 *l*, atteint jusqu'à 5 *kg*, fatiguant beaucoup alors les tiroirs et les articulations de leur mouvement de commande, et augmentant l'usure de toutes ces pièces. Avec des boites à vapeur de 50 *l*, la surpression constatée n'a plus été au maximum que de 2 *kg* et la pression à l'admission s'est trouvé, d'un autre côté, sensiblement relevée (1).

Les tiroirs cylindriques, tels qu'ils sont employés aux chemins de fer de l'État, — c'est-à-dire disposés aux extrémités des cylindres — donnent, naturellement, aux boites à vapeur, un grand volume ; ainsi, avec un diamètre de 260 *mm* donné à ces tiroirs, le volume de chaque boite peut atteindre facilement 45 à 50 *l*.

Distribution à recouvrements variables ou différents pour l'échappement anticipé et la compression, et pour l'admission.

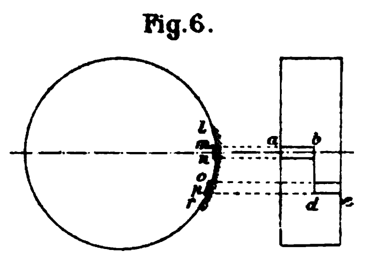
Il est encore possible, avons-nous dit, avec les tiroirs cylindriques et la coulisse des locomotives, de conserver un faible volume à l'espace nuisible sans craindre des compressions exagérées, et de

(1) *Revue générale des chemins de fer*, n° de juin 1898.

bénéficier ainsi de l'augmentation totale de rendement indiquée par M. Ricour : c'est en réduisant la durée de la compression par les dispositifs que nous avons imaginés et que nous allons décrire maintenant.

Les extrémités libres des segments de pistons distributeurs produisent dans les cylindres en *lm*, *no*, *pr* (*fig.* 6), une usure plus forte que les autres parties des segments, — usure qui se trouve encore accentuée par ce fait que les parties intermédiaires *mn*, *op*, ne sont pas continuellement pressées par les segments, en raison de la coupure *abde*.

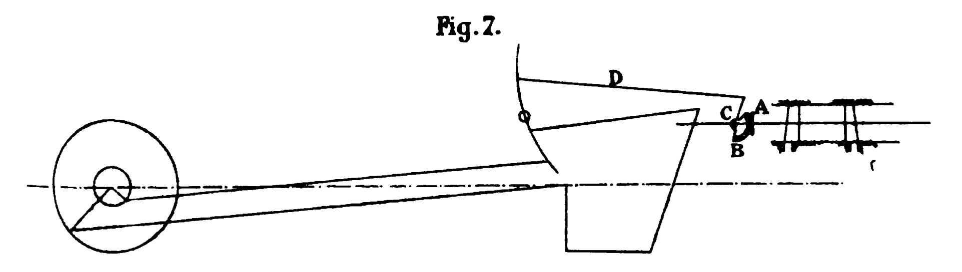
Fig. 6.



Pour y remédier, nous avons imaginé, il y a une dizaine d'années déjà, de percer du côté de l'emmanchement de chaque tige de tiroir dans la crosse, un deuxième trou de clavette *uu* (*fig.* 7, *pl.* 215), faisant avec le premier un angle de 60° environ; en changeant alors de temps à autre le clavetage, on change le portage des extrémités du segment dans le cylindre distributeur et l'on diminue ainsi l'excès d'usure ci-dessus (1).

Ce résultat peut s'obtenir plus complètement encore en montant sur l'extrémité de la tige des pistons distributeurs un pignon conique A (*fig.* 7, texte) engrenant avec un secteur B; si l'on

Fig. 7.



met ce dernier en relation avec un volant à la main du mécanicien au moyen d'un levier C et d'une barre D, on voit que le mécanicien pourra changer à tout instant le portage des extrémités des segments et régulariser aussi complètement que possible l'usure des cylindres distributeurs.

(1) M. Lencauchez, en 1882, dans un brevet pour tiroirs cylindriques appliqués aux locomotives, avait prévu une disposition permettant de changer également l'orientation des segments sur les pistons distributeurs, pour égaliser l'usure des cylindres.

A son tour, ce dispositif permet, en traçant les surfaces extérieures des pistons distributeurs suivant des hélices symétriques, comme les arêtes correspondantes des lumières elles-mêmes, de faire varier la durée de la compression : en imprimant un mouvement de rotation à la tige des pistons distributeurs, le mécanicien change, en effet, les recouvrements à l'échappement et à la compression et il fait varier par suite les phases relatives à ces périodes de la distribution.

Ces variations sont du même genre que celles qu'on obtient dans les locomotives à coulisse et à tiroirs à coquille ordinaires, lorsqu'on modifie le recouvrement intérieur des tiroirs, — c'est-à-dire que l'échappement anticipé et la compression restent liés et qu'une diminution du recouvrement, si elle a pour effet de diminuer la compression, augmente la durée de l'échappement anticipé, et *vice versa.*

Mais l'échappement anticipé, même lorsqu'il a une longue durée, ne diminue pas le rendement de la vapeur aux très grandes vitesses ; ces vitesses aggravent, au contraire, la compression, qu'il est alors désirable de réduire le plus possible. Les deux conditions ci-dessus : longue période d'échappement anticipé et faible compression peuvent donc être considérées comme favorables à l'obtention des grandes allures ; on voit facilement qu'elles peuvent être obtenues par le dispositif ci-dessus.

Lorsque la vitesse des pistons diminue, un échappement anticipé plus faible donne un accroissement de travail, — et d'autre part, une plus longue durée de la compression ne présente pas les mêmes inconvénients que pour les très grandes vitesses : notre dispositif permet, dans ce cas encore, de réaliser les conditions de fonctionnement les plus favorables à une bonne marche des locomotives.

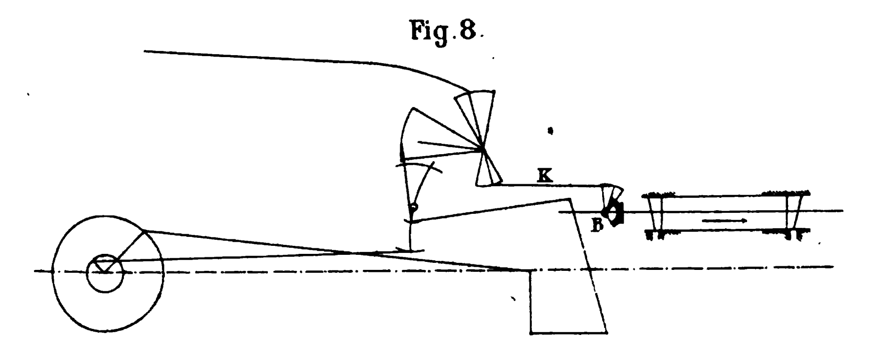
En un mot, suivant la charge, le profil et la vitesse, ce dispositif donne la possibilité d'employer des recouvrements différents, de façon à obtenir dans chaque cas une bonne utilisation de la vapeur.

Dispositif à recouvrement à l'échappement variant automatiquement avec l'admission.

D'une façon générale, le recouvrement à la compression doit, croyons-nous, diminuer avec l'admission elle-même, de manière que cette compression, au lieu d'augmenter considérablement

avec le degré de détente, *tende* à rester constante et assez faible. Le dispositif à recouvrement variable que nous venons de décrire, et qui pourrait servir à vérifier cette proposition, peut alors se simplifier en supprimant le volant et la vis supplémentaires que nous avions mis à la main du mécanicien pour produire la rotation de la tige des tiroirs, et en réalisant cette dernière à l'aide d'une simple bielle K (*fig. 8*) reliant l'extrémité d'un levier fixé

Fig. 8.



sur l'arbre de relevage au levier du secteur denté. Cette liaison devra être telle que le plus grand recouvrement à la compression, comme à l'échappement anticipé, corresponde au maximum d'admission pour la marche en avant ; au fur et à mesure que le mécanicien relèverait sa marche, il diminuerait le recouvrement ci-dessus, de manière à réduire les valeurs que prendrait sans cela la compression et à augmenter, au contraire, celles de l'échappement anticipé.

Nous venons d'être autorisé à faire l'essai de ce dispositif sur une locomotive des chemins de fer de l'État français.

Cette solution répond à une objection qui nous avait été faite en Angleterre, par M. Chapman, relativement au dispositif représenté figure 7. « Nous ne voulons pas, nous disait-il, que nos mécaniciens puissent faire varier la section de l'échappement, et c'est pourquoi nous n'employons que des tuyères fixes (1) ; d'après ce principe, nous ne pouvons donc mettre entre leurs mains un organe plus important encore, que la plupart ne pourraient employer d'une façon judicieuse, et qui risquerait ainsi de devenir plus nuisible qu'utile. »

(1) On sait quelle importance a, en effet, la contre-pression — dont la section d'ouverture de la tuyère est un facteur principal — sur le travail et le rendement des locomotives. Voir à ce sujet les expériences récentes exécutées au chemin de fer du Nord et dont la *Revue générale des Chemins de fer* a rendu compte.)

On se rend aisément compte que les deux dispositifs que nous venons de décrire facilitent le graissage des tiroirs et tendent à égaliser l'usure des cylindres distributeurs.

La diminution de la période de compression qu'ils permettent de réaliser donnerait lieu, d'après M. Dwelshauvers-Dery, à une économie de vapeur importante, notamment pour les faibles admissions.

Dispositif permettant d'obtenir des avances égales dans les distributions à coulisse de Stephenson.

Disons encore que dans une distribution à coulisse de Stephenson, employée avec des tiroirs cylindriques, il serait très facile d'obtenir une avance sensiblement constante, en imprimant à la tige des tiroirs un mouvement de rotation, par le volant de changement de marche, comme dans la figure 8, et en donnant à ces tiroirs du côté de l'admission, ainsi qu'aux rebords correspondants des lumières, une forme hélicoïdale de pas et de sens tels, que le recouvrement à l'admission varie, du fait de la rotation de la tige, d'une quantité égale et de sens opposé à la variation de recouvrement produite par le relèvement ou l'abaissement de la coulisse, lors du changement d'admission.

Par exemple, avec une distribution à barres droites dans laquelle l'avance s'élève de 2 à 6 *mm* lorsqu'on fait varier l'admission de 75 à 20 0/0 de la course, il suffira de donner aux arêtes du tiroir et des lumières un pas tel que le recouvrement du tiroir, par l'effet de la rotation de la tige, diminue de 4 *mm* lorsque l'admission passe, comme ci-dessus, de 75 à 20 0/0.

Dispositif à recouvrements différents pour l'échappement anticipé et la compression.

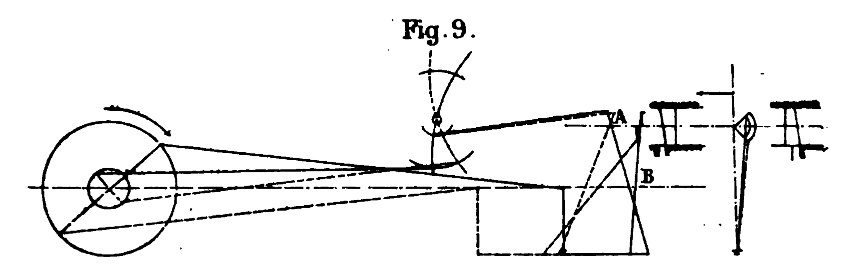
Dans les diverses dispositions que nous venons de décrire, les recouvrements des tiroirs sont rendus *variables* par un appareil de rotation mis, directement ou indirectement, à la main du mécanicien; mais dans toutes les variations obtenues, l'échappement anticipé reste toujours lié à la compression, et il peut parfois prendre des valeurs trop élevées.

Il est possible de rendre ces périodes de la distribution indépendantes l'une de l'autre, en donnant des valeurs *différentes* au recouvrement des tiroirs qui les détermine, et d'obtenir ainsi,

par rapport aux distributions à coulisse ordinaires, une diminution de la compression et une diminution de l'échappement anticipé, à la fois.

La distribution appliquée aux machines à tiroirs cylindriques des chemins de fer de l'État est la distribution Walschaërt; si l'on fixe, en un point choisi de la tige des tiroirs, un petit levier A *(fig. 9)* et qu'on réunisse celui-ci à l'extrémité inférieure du

Fig. 9.



levier d'avance (ou à un axe pris sur la bielle reliant ce levier à la crosse) au moyen d'une bielle B à articulations sphériques, comme la course des tiroirs est le cinquième seulement de celles des pistons dans la marche à 75 0/0 d'admission, et le dixième dans la marche à 20 0/0, on voit que dans le déplacement de la machine, la tige des tiroirs prendra un mouvement de rotation alternatif qui, joint à son mouvement ordinaire de translation, donnera un mouvement en hélice.

On devra évidemment, pour cette application, modifier le mode d'attache actuel de la tige sur le levier d'avance; d'un autre côté, cette rotation sera rendue très possible ici, les tiroirs étant presque entièrement équilibrés et leurs tiges étant munies de simples guides *(fig. 1, pl. 1)*, n'occasionnant pas de frottement, au lieu des garnitures habituelles.

Si l'on donne, ensuite, une forme hélicoïdale aux pistons distributeurs ainsi qu'aux lumières, du côté de l'échappement, on voit que la largeur du recouvrement des tiroirs, à l'échappement, changera à tout moment avec la rotation de la tige (1).

Cette rotation permettra ainsi de retarder l'échappement anticipé des distributions ordinaires en le faisant produire par la partie la plus large du segment distributeur, et de retarder également la compression, en la déterminant par la partie la moins large du segment.

(1) Les faces des pistons distributeurs en forme d'hélice sont ici *parallèles*, au lieu que dans les dispositions précédemment décrites elles sont *symétriques*.

Une rotation de 120 degrés de la tige des pistons distributeurs et une surface hélicoïdale d'un pas égal à 18 *mm* donneraient ainsi une variation totale de 6 *mm* dans les recouvrements des tiroirs à la compression et à l'échappement. Cette différence pourrait être utilisée totalement pour diminuer la période de compression, ou bien pour diminuer à la fois l'échappement anticipé et la compression de 3 *mm* chacun, par exemple.

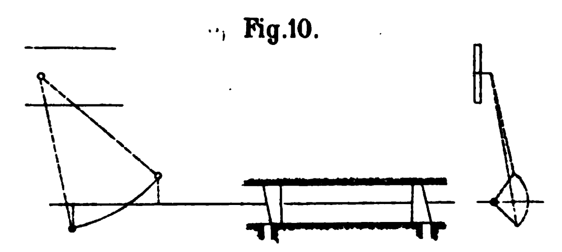
Il sera généralement préférable, cependant, de conserver à l'échappement anticipé la valeur qu'il a dans les autres systèmes de distribution à coulisse, et de diminuer plutôt la compression, surtout si l'on veut employer un faible espace nuisible. Même, un volume de 2 1/2 0/0 donné à cet espace, sera encore insuffisant pour éviter les compressions exagérées qui ont tendance à se manifester dans la marche à très grande vitesse des locomotives, avec admissions voisines de 20 0/0; un volume de 4 0/0, du reste inférieur de moitié environ à celui des locomotives ordinaires, conviendrait mieux, d'autant que, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, une augmentation du *volume* de l'espace nuisible par une plus grande valeur donnée aux matelas de vapeur, *dans le cylindre*, n'augmente que d'une très petite quantité la *surface* développée de cet espace (moins de un trentième ici), laquelle influe sensiblement plus sur le rendement que son volume.

Dispositif applicable aux machines fixes.

Le mouvement de rotation des tiroirs peut être obtenu aussi en reliant le levier calé sur la tige à un axe fixe pris sur une pièce du bâti de la machine *(fig. 10)*.

Les déplacements relatifs du piston et du tiroir étant assez

Fig.10.



complexes, le résultat que l'on obtient par ce dispositif se conçoit plus aisément que celui donné par le précédent. Mais l'amplitude du mouvement de rotation des tiroirs diminuant ainsi avec leur

course, c'est-à-dire avec le degré d'admission, ce deuxième dispositif convient moins bien que le premier pour les locomotives. — En retour, il peut être appliqué avantageusement aux machines à détente sensiblement fixe.

On remarquera que, à partir de l'instant où commence la période d'échappement réel, le tiroir correspondant prend un mouvement de rotation qui dure jusqu'à la compression et qui a pour effet de diminuer le recouvrement à l'évacuation, et par suite d'augmenter l'ouverture de la lumière d'échappement. Cette ouverture se fera donc plus complètement qu'avec les distributions ordinaires, et la contre-pression en sera diminuée dans certains cas.

Le gain en travail moteur qui peut en résulter n'est négligeable en aucun cas, si l'on songe que pour un diamètre de pistons de 50 *cm*, une course de 65 *cm* et une vitesse de rotation de quatre tours à la seconde, correspondant à une allure de 90 *km* à l'heure pour des locomotives ayant 2 *m* de diamètre de roues motrices, une diminution de la contre-pression de un dixième de kilogramme seulement, donne une augmentation de travail de 27 *ch*.

Le dispositif figure 10 permettrait aussi de faire varier, dans une certaine mesure, le degré de détente par le régulateur : il suffirait pour cela de donner aux arêtes produisant l'admission, ainsi qu'aux rebords correspondants des lumières, une forme en hélice, également.

Mais comme l'avance à l'admission ne serait plus alors constante, l'effacité de cette disposition se trouverait limitée. Toutefois, dans la distribution à coulisse de Stephenson, l'avance augmente aussi, avec les barres droites, lorsque l'admission diminue, et dans une assez grande mesure même; on pourrait donc ici tolérer une variation de l'avance à l'admission semblable, soit de 2 à 4 *mm* par exemple; l'admission pourrait alors varier ellemême, par l'action du régulateur, dans les limites de 15 à 20 0/0 environ.

Pour des travaux demandant une admission en dessus ou en dessous de ces chiffres, le régulateur viendrait agir sur le papillon, pour continuer à maintenir l'allure de la machine constante.

Dispositif applicable aux petits chevaux genre Worthington.

Notons enfin l'application qui peut être faite du mouvement de rotation des tiroirs cylindriques, sans mouvement de translation, cette fois, pour la distribution de la vapeur dans les machines genre Worthington, sans bielle ni manivelle.

Les deux arêtes de chaque orifice doivent être alors de forme hélicoïdale, comme celles des pistons distributeurs; la tige de ces derniers reçoit, par le moyen de la tige du piston moteur, un mouvement de rotation alternatif, avec un certain arrêt aux fonds de course, si l'on désire, et qui peut faire obtenir facilement les périodes d'admission et d'échappement nécessaires à la marche régulière du moteur. Celui-ci démarré, il est même possible de le faire marcher ensuite avec un certain degré de détente.

En terminant, nous insisterons sur l'étanchéité que donnent les tiroirs cylindriques de M. Ricour, et qui ne doit pas être réalisée à un même degré par la plupart des tiroirs du même genre, ni même par beaucoup de distributeurs genre Corliss.

CHRONIQUE

N° 232.

SOMMAIRE. — Pertes par refroidissement extérieur dans les chaudières de locomotives. — Étude expérimentale des ponts métalliques. — Tunnel sous la Sprée à Berlin. — Mécanisme de la désagrégation des mortiers hydrauliques. — Le grand barrage d'Assouan. — Les travaux publics à Chicago en 1898.

Pertes par refroidissement extérieur dans les chaudières de locomotives.— Nous trouvons dans l'*Engineering News*, le résumé d'expériences très intéressantes faites par MM. W.-H. Marshall, F.-M. Whyte et le professeur W.-F.-M. Goss en vue de déterminer les pertes par refroidissement extérieur dans les chaudières de locomotives. Ces expériences ont été faites, dans le cours de l'été de 1898, sur le Chicago and North Western R. R. et ont fait l'objet d'un mémoire lu à la réunion de janvier dernier du Western Railway Club, par M. Robert Quayle. C'est le résumé de ce mémoire dont nous donnons ici une traduction libre.

Mode d'expérimentation. — On a employé dans les expériences deux locomotives, l'une qui sera désignée dans ce qui suit par le nom de locomotive d'expériences et qui était placée successivement dans diverses conditions et l'autre qui restait toujours dans les conditions normales et servait à fournir la vapeur nécessaire pour maintenir la chaudière de la précédente à la température voulue. La première locomotive était attelée en tête de l'autre et se trouvait, par suite, au point de vue de l'action de l'air atmosphérique, dans les conditions d'une locomotive fonctionnant normalement.

La chaudière de la locomotive d'expériences était maintenue à une pression de 150 livres (11 *kg* par centimètre carré) par un jet de vapeur emprunté à la chaudière de la seconde machine. Elle ne contenait jamais d'eau. On prenait des précautions suffisantes pour qu'on pût regarder toute l'eau recueillie à la sortie de cette chaudière comme provenant de la condensation résultant du refroidissement extérieur. On pesait cette eau qui servait de point de départ pour le calcul de ce refroidissement.

Chaudière d'expériences.— La locomotive n° 626, du Chicago and North Western R. R., sur laquelle ont été faites les expériences dont nous nous occupons, est une machine du type à 8 roues, pesant environ 40 800 *kg* et dont la chaudière a les dimensions suivantes :

Diamètre du corps cylindrique	1 321 *m*
Surface de chauffe totale	129,36 m^2
Surface extérieure totale (non compris la boite à fumée)	33,29

Surface protégée par un revêtement	20,36 m^2
Surface non protégée.	12,93
Rapport des deux	0,61

On a calculé les valeurs ci-dessus comme si la surface de la chaudière était lisse, sans tenir compte des joints, des têtes de rivets et de la surface des diverses pièces attachées à la chaudière, ce qui aurait amené une complication sans utilité pour le but qu'on se proposait. La proportion de la surface protégée est normale pour les locomotives de la classe à laquelle appartient la machine n° 626 sur laquelle ont été faites les expériences.

On a fait deux sortes d'essais : les premiers avec la locomotive au repos, les autres avec la locomotive en marche à une vitesse d'environ 45 *km* à l'heure.

Les deux séries d'essais ont été faites avec la chaudière nue et avec la chaudière protégée par six espèces de revêtements.

Deux de ces derniers essais ont été faits en double, ce qui donne un total de neuf essais au repos et de neuf essais en marche. Ils sont désignés par les lettres A, B, C, D_1, D_2, E, F_1, F_2, et G. — A représente l'essai de la chaudière nue. D_1 et D_2 — F_1 et F_2 les essais des mêmes revêtements.

	A [1]	B	C	D_1	D_2	E	F_1	F_2	G
Essais au repos. . .	3,07	1,19	1,55	1,32	1,27	1,59	1,38	1,46	1,37
Essais en marche .	6,43	2,57	2,48	2,28	2,42	2,36	2,40	2,40	2,58

Résultats obtenus. — Le tableau ci-dessus donne les valeurs obtenues comptées en kilogrammes d'eau condensée par minute, dans les divers essais, tant en repos qu'en marche. Elles ont été corrigées pour être toutes ramenées à une pression uniforme de la vapeur, une vitesse de marche uniforme et une même température de l'atmosphère. On n'a pas tenu compte des différences d'épaisseur des revêtements, lesquelles étaient d'ailleurs très faibles, ni de la vitesse et de la direction du vent.

Efficacité des revêtements. — La proportion du calorique perdu avec la chaudière nue économisée par les divers revêtements, est obtenue en retranchant la quantité de vapeur condensée dans le second cas de la quantité correspondante dans le premier et en établissant le pourcentage. Le résultat donne l'effet utile du revêtement. On trouvera dans le tableau ci-dessous ces différentes valeurs pour les essais en marche :

B.	60,2 %
C.	61,7
D_1	64,8
D	62,2
E.	63,5
F_1	62,9
F_2	62,8
G.	60,1

(1) Chaudière nue.

Les valeurs ci-dessus sont ramenées à la même pression, la même vitesse et la même température de l'air; comme il a été dit précédemment, on n'a pas tenu compte des conditions atmosphériques, humidité, vent, etc., ni des différences d'épaisseur des revêtements.

La conclusion, formulée d'une manière générale est que tous les genres de couvertures essayés permettent de sauver de 60 à 64 0/0 du calorique perdu par la chaudière lorsqu'elle n'est pas protégée.

Explication de la faible variation des résultats obtenus. — On peut s'étonner de voir les faibles différences constatées avec les divers revêtements de protection. L'explication de ce fait est très simple. Si on avait soumis au laboratoire de minces couches des diverses matières à des essais de précision, on aurait, sans aucun doute, observé des différences assez accentuées entre leurs effets utiles; mais il faut observer que ces différences diminuent à mesure qu'on emploie ces substances sur une plus forte épaisseur. Une matière qui est par elle-même un médiocre isolant, peut empêcher efficacement le passage de la chaleur si on l'applique avec une épaisseur suffisante.

Les différences de conductibilité s'atténuent pratiquement lorsqu'on emploie les substances à l'épaisseur convenable pour l'application dont il s'agit.

Efficacité du revêtement et pertes de chaleur des diverses parties de la chaudière. — Les résultats obtenus font voir que le revêtement de 61 0/0 de la surface totale de la chaudière permet d'épargner 62,3 0/0 de la chaleur perdue, toutes choses égales d'ailleurs, par la chaudière nue. Il ne faudrait pas en conclure que si on recouvrait la surface totale de la chaudière, on sauverait 102 0/0 de la chaleur perdue par la chaudière non protégée. Cela tient à ce que les diverses parties du générateur présentent de grandes différences au point de vue des pertes de chaleur par refroidissement extérieur. Lorsqu'on ne protège que 61 0/0 de la surface de la chaudière, on applique la protection aux parties où elle est le plus nécessaire et la proportion de calorique épargné se trouve, pour cette raison, supérieure à la proportion de surface protégée.

L'augmentation de cette dernière proportion ne correspond donc point à une augmentation proportionnelle de la chaleur économisée. Aussi a-t-on eu soin, dans le rapport, de donner les valeurs de l'eau condensée pour l'ensemble de la chaudière, au lieu de les rapporter au mètre carré de surface, ce qui pourrait conduire à des conclusions tout à fait inexactes.

Pertes par rayonnement et leur équivalent en travail perdu. — On peut admettre qu'une locomotive consomme 11,8 *kg* (26 livres) de vapeur par cheval et que cette vapeur est produite par de l'eau à 27° C (80° F). Un cheval correspondra à la condensation, dans les conditions existant dans les essais dont nous nous occupons de 15,40 *kg* (34 livres) de vapeur par heure, cette vapeur étant à la pression de 10,6 *kg* par centimètre carré et l'eau condensée à la température correspondant à cette pression. C'est d'après ces bases que les chiffres suivants ont été obtenus. Il n'est pas inutile de faire observer qu'ils ne s'appliquent qu'à la chaudière soumise à l'expérience.

ÉQUIVALENT EN TRAVAIL DES PERTES PAR REFROIDISSEMENT EXTÉRIEUR

Chaudière nue :

Locomotive au repos, dans les conditions de l'essai . . . . . 12 *ch*
Locomotive marchant à une vitesse de 45 *km* à l'heure et, par ailleurs, dans les mêmes conditions 25

Chaudière protégée comme il a été dit :

Locomotive au repos dans les mêmes conditions. 4,5
Locomotive marchant à 45 *km* dans les mêmes conditions . . 9

Une locomotive de ce modèle peut développer au maximum 600 *ch*. On voit que la perte par refroidissement extérieur n'est, dans les conditions normales de fonctionnement, qu'assez insignifiante. On peut admettre que la limite supérieure, avec une chaudière nue et de très mauvaises conditions n'atteindrait pas la valeur de 5 0/0 du travail total. Mais avec une chaudière protégée dans les conditions courantes de manière à supprimer 62 0/0 de la perte de calorique par refroidissement extérieur, la perte peut être réduite, comme on l'a vu, à l'équivalent, de 4,5 *ch* au repos et à 9 *ch* en marche ; chiffres qui peuvent varier un peu avec l'élévation de la pression intérieure et l'abaissement de la température extérieure, mais qu'on peut prendre pour moyennes.

Le coût de la perte de chaleur par refroidissement extérieur calculé d'après les données ci-dessus peut s'estimer comme suit :

En admettant une vaporisation de 6 *kg* seulement d'eau par kilogramme de combustible en vapeur à 100° avec de l'eau à 100°, la perte par heure en combustible sera de 27,2 *kg* pour la machine en stationnement et de 57 *kg* pour la machine circulant à la vitesse de 45 *km* à l'heure.

Si la machine est en stationnement pendant 200 heures par mois, et en marche à 45 *km* à l'heure pendant 300 heures par mois, la consommation totale pour le refroidissement extérieur sera de 22 500 *kg* par mois et, en comptant la tonne à 2 dollars par tonne de 2 000 livres, ce qui fait 11,48 *f* par 1 000 *kg*, la dépense sera de 258,30 *f* par mois ou 3 100 *f* par an. Ces chiffres correspondent à l'hypothèse de la chaudière entièrement nue.

Comme cette condition ne se présente jamais en pratique, on doit admettre que la dépense réelle sera toujours au-dessous de ce chiffre ; seulement il peut servir de base pour le calcul de l'économie qu'on obtiendra en pratique par l'application des divers revêtements destinés à prévenir le refroidissement extérieur.

(A suivre.)

Étude expérimentale des ponts métalliques. — Nous avons mentionné, dans les Comptes rendus de mars 1898, page 402, une communication sur les tensions dans les ponts métalliques faite devant l'Institut Royal des Ingénieurs Néerlandais, le 9 novembre 1897, par M. Kist.

Nous trouvons dans le fascicule de juin 1898 des *Annales des Travaux publics de Belgique* un résumé de cette communication, résumé que beau-

coup de nos Collègues nous sauront gré, nous l'espérons, de reproduire.

La communication de M. Kist a porté sur trois points. Successivement l'orateur définit le but des mesures de tension qui commencent, on le sait, à devenir un peu partout l'objet d'une étude très sérieuse ; il montre, par un exemple, quelles différences on peut constater entre les résultats de l'expérience et ceux du calcul, puis il décrit un nouveau type d'appareil de mesure.

Le but de l'étude expérimentale des ponts métalliques est double ; d'une part, cette étude donne le moyen de contrôler les méthodes de calcul ; d'autre part, elle permet de vérifier les conditions de stabilité des ponts existants. L'augmentation continuelle des charges des ponts de chemins de fer, l'action de la rouille et des effets dynamiques, le manque d'exactitude des calculs sont autant de motifs pour qu'un pont métallique ne puisse être abandonné sans surveillance, alors même qu'il a été construit avec soin. En exerçant cette surveillance et en contrôlant sans cesse le mode de fonctionnement des tabliers existants, on atteint en même temps le premier but signalé plus haut, c'est-à-dire la vérification et, par le fait même, le perfectionnement, par la pratique, de la science, aujourd'hui encore si incomplète, de la stabilité des constructions.

Comme exemple des divergences que l'on constate entre les résultats de l'expérience et ceux du calcul, M. Kist cite celui des entretoises des grands ponts de Bommel sur le Wahal et de Moerdijk sur le Hollandsch Diep. Il résulte du relevé expérimental des tensions de ces pièces au passage des trains que ces entretoises, qui sont rivées aux lisses inférieures des maîtresses poutres, éprouvent deux genres de flexion : une flexion verticale due à l'action directe des charges roulantes, et une flexion horizontale que M. Kist explique par l'allongement des lisses inférieures des poutres.

Le calcul ne tient compte que de la flexion verticale. Il suppose que les entretoises sont des pièces posées sur deux appuis, librement ou par encastrement. Ces deux hypothèses ne sont exactes ni l'une ni l'autre. L'expérience montre que les tensions réelles sont comprises entre les résultats que l'on obtient dans les deux cas.

La flexion horizontale peut être fort importante. Elle dépend de la position de l'entretoise et du sens du mouvement du train. En général, les entretoises fléchissent en tournant leur concavité du côté des appuis mobiles et la flèche augmente depuis les appuis fixes jusqu'aux appuis mobiles. Comme l'explique M. Kist, les lisses des maîtresses poutres s'allongent sous la charge et déplacent les extrémités des entretoises tandis que les longrines qui réunissent les entretoises dans leur partie centrale les maintiennent en place. C'est ce qui, d'après lui, provoque la flexion horizontale des entretoises et l'on constate que cette flexion est moindre lorsque, comme au pont de Moerdijk, le contreventement horizontal est boulonné aux longrines qu'il fait alors participer à l'allongement des lisses.

Le mouvement des trains a aussi son influence. Quand le train va des appuis fixes aux appuis mobiles, la flexion horizontale des entretoises augmente ; elle diminue lorsque la direction du mouvement est inverse et l'on constate alors que des entretoises voisines des appuis fixes se

courbent en sens contraire. Il semble donc que la locomotive, en avançant, refoule derrière elle les entretoises (1).

Pour mesurer les tensions du métal dans les pièces de ponts métalliques, on s'est servi longtemps en Hollande des appareils Manet tels que cet inventeur les avait composés, mais leurs inconvénients ont conduit peu à peu à une transformation des principaux organes, de sorte que l'appareil que M. Kist décrit comme le plus perfectionné en la matière ne ressemble guère à son devancier.

Les modifications que les Néerlandais ont imaginées n'ont pas non plus de points communs avec celles que M. l'Ingénieur Rabut a apportées au dispositif Manet et il semble même que les perfectionnements de l'appareil français soient ignorés en Hollande (2).

L'appareil néerlandais perfectionné diffère de l'appareil primitif en ce que : 1° la longueur expérimentée est fortement réduite. Au lieu d'opérer sur des longueurs atteignant 5 *m*, on prend généralement une base d'opération de 1 *m*. Remarquons, à ce propos, que l'appareil Rabut permet de se contenter de 0,20 *m* de longueur, ce qui est encore préférable pour l'exactitude des observations ; 2° la tige de l'appareil Manet est remplacée par un ruban d'acier. Celui-ci, ne pouvant résister à la compression, est mis en tension par un ressort ; 3° le mécanisme amplificateur, au lieu d'être constitué, comme dans les Manet, par un secteur denté et un pignon sur lequel est montée l'aiguille, n'est plus qu'un simple levier coudé. On évite ainsi l'inconvénient du jeu que présente le mécanisme à dents, mais on est limité dans l'amplification. Le dispositif Rabut, qui conserve le secteur, donne une multiplication de 450, tandis que l'appareil néerlandais ne donne qu'une multiplication de 40 seulement. Ce dernier dispositif n'est, en somme, que celui de l'ancien appareil imaginé par M. l'Inspecteur général Dupuy ; 4° le nouveau type de mesureur accuse le travail maximum produit pendant le passage d'un train. Dans l'appareil français, il n'existe pas de dispositif semblable et c'est un inconvénient car, pour noter le maximum atteint par l'aiguille, il faut un observateur pour chaque appareil. Les Néerlandais sont arrivés à ce résultat en faisant tracer par l'aiguille même un sillon dans une couche de noir de fumée qui recouvre l'échelle du cadran. Le frottement ainsi développé est équilibré par une tension additionnelle du ressort.

En résumé, l'on voit que le mesureur de tension néerlandais réalise plusieurs perfectionnements importants par rapport à l'ancien appareil Manet. Comparé à l'appareil Rabut, qui est aujourd'hui d'usage courant dans les administrations belge et française, il offre, malgré un défaut marqué dans la multiplication, des avantages spéciaux qui le signalent à l'attention.

(A suivre.)

(1) L'explication que donne M. Kist de la flexion horizontale des entretoises a été contestée. Elle n'est pas complète, mais rend cependant assez bien compte des phénomènes. Il faut remarquer que la flexion verticale elle-même varie d'une entretoise à l'autre.

(2) La description des appareils Manet et Rabut a été donnée dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, 1896, 2e semestre, page 408.

Tunnel sous la Sprée, à Berlin.— Berlin va avoir un passage sous-fluvial; on achève en ce moment un tunnel passant sous la Sprée et devant servir à un tramway allant de la gare de Silésie à Treptow.

La longueur totale de l'ouvrage est de 609 *m* dont 453 en tunnel proprement dit, le reste étant en tranchées à ciel ouvert. Elle se compose d'une approche, du côté de Stralau, de 235 *m* en pente de 5 0/0, d'une partie sous-fluviale de 132 *m* avec 1,66 0/00 d'inclinaison et d'une approche du côté de Treptow avec une pente de 5 0/0. La largeur du fleuve est, à cet endroit, de 200 *m* environ.

En plan, le tracé comporte trois alignements droits séparés par deux courbes, l'une de 50, l'autre de 40 *m* de rayon.

Le tunnel est formé d'un tube métallique à section circulaire de 4 *m* de diamètre. La partie inférieure est à 10,70 *m* au dessous du niveau moyen de la Sprée, de sorte qu'avec une hauteur d'eau de 3,30 *m* en moyenne, il reste encore une épaisseur de terrain de 3 *m* d'épaisseur.

Le tube est formé d'une enveloppe cylindrique en tôle d'acier faite par anneaux de 0,65 *m* de longueur assemblés par des brides qui font saillie de 50 *mm* à l'extérieur, ces anneaux sont revêtus extérieurement d'une couche de mortier de ciment destinée à préserver le métal. La partie inférieure du tube est garnie d'une couche de béton dont la partie supérieure forme la chaussée du passage et dans laquelle est ménagé un caniveau pour recueillir l'eau qui s'introduirait accidentellement. Cette eau sera extraite par une pompe à commande électrique.

Le percement du tunnel a été opéré au moyen d'un bouclier et de l'air comprimé, le terrain étant des plus défavorables pour un travail de ce genre. Il est formé, en effet, de vase, puis de sable vaseux et finalement de sables boulants.

Le bouclier employé était d'une disposition particulière due au directeur de chemins de fer E. Mackensen et à l'Ingénieur en chef W. Lauter; l'avancement s'en faisait par une pression hydraulique pouvant aller jusqu'à 900 *t*. A l'entrée du tunnel était établi un sas à air et tout près un bâtiment contenant les appareils mécaniques, savoir : deux fortes locomobiles, une chaudière à vapeur fixe, quatre compresseurs d'air, deux pompes pour refouler l'eau sous pression, une pompe d'épuisement, une dynamo et une batterie d'accumulateurs pour l'éclairage électrique. Une description de l'ouvrage et des débuts des travaux a été donnée par M. Schneber, directeur de cette entreprise, dans divers journaux allemands et, notamment, dans les *Annales de Glaser*, 15 septembre 1896, page 110, et cet Ingénieur a donné, dans la même publication du 15 mars 1899, page 122, une description de l'état actuel des travaux.

On a commencé à la fin de 1895 et le premier tiers de l'ouvrage, l'approche du côté de Treptow, rive gauche, a été achevé à l'automne de 1896. Les travaux ont été interrompus alors pour n'être repris qu'en septembre 1897; la partie sous-fluviale a été terminée en janvier 1898; elle a été faite avec un avancement moyen de 1,50 *m* par jour. On exécute en ce moment la dernière partie, l'approche du côté de Stralau, qui sera finie cette année, et le tunnel sera livré à la circulation au commencement de l'année prochaine.

On aura employé deux ans et demi de travail effectif et on n'a éprouvé aucun accident sérieux. C'est le premier tunnel sous-fluvial exécuté en Allemagne, et on considère cet ouvrage comme très remarquable, tant à cause de sa forme en courbe que par suite de la nature excessivement difficile des terrains qu'il a traversés.

Mécanisme de la désagrégation des mortiers hydrauliques. — On trouvera plus loin aux Comptes rendus, page 636, une note présentée à l'Académie des Sciences, par M. H. Le Châtelier, au sujet de la désagrégation des mortiers hydrauliques.

Cette communication a inspiré à notre distingué Vice-Président, M. Badois, les observations suivantes qu'il a bien voulu nous autoriser à insérer ici.

M. H. Le Châtelier appelle l'attention sur un fait de la plus haute importance concernant la permanence ou plutôt la destruction de la solidité des mortiers de ciment et, par conséquent, des ouvrages en maçonnerie.

Ce fait serait le suivant : « La solubilité plus ou moins grande de tous les composés actifs des ciments et la variation de solubilité des corps solides avec la pression qu'ils supportent. »

M. Le Châtelier explique ainsi certaines désagrégations remarquées en présence des eaux séléniteuses, de l'eau de mer ou même simplement de l'eau : lorsque les mortiers entrent en tension, dit-il, la solubilité de leurs éléments s'accroît; ces éléments se dissolvent pour recristalliser immédiatement sur place, hors de tension.

Si cette explication est exacte, ce qui paraît probable, il en résulterait pour les maçonneries des ouvrages hydrauliques baignés et soumis à des pressions variables, tels que les murs de quais, les murs de réservoirs, les piles et culées des ponts, etc., des séries de déformations intérieures successives qui amèneraient à la longue la désagrégation des mortiers et, par suite, la rupture des ouvrages qui avaient résisté tout d'abord aux charges qu'ils supportent.

Cela confirmerait l'excellence du principe professé par notre vénéré maître Mary, qu'il ne faut compter, pour la résistance des maçonneries *aux poussées* qu'elles subissent, que sur la stabilité due à leur poids propre, sans faire intervenir, en aucune manière, la cohésion due aux mortiers.

La tendance actuelle paraît être de compter, dans une certaine mesure, sur la résistance du ciment qui relie les matériaux; certains ouvrages ont été établis et considérés comme stables, avec la condition que la tension des mortiers pouvait atteindre 1 *kg* ou 1,5 *kg* par centimètre carré.

Cette tendance, que M. Badois croit néfaste, peut, à son avis, avoir été la cause insoupçonnée d'accidents et même de désastres récents qui sont dans toutes les mémoires.

A ce sujet, M. Badois ne peut s'empêcher de penser avec crainte que les culées du pont Alexandre III sont tellement constituées que, pour offrir la résistance voulue à l'énorme poussée horizontale qu'elles reçoivent des arcs articulés, très surbaissés et très élastiques, il faut faire

intervenir la résistance des ciments à l'arrachement jusqu'à plus de 1,5 *kg* par centimètre carré.

Or, ces culées sont submersibles, même par des crues moyennes; elles sont entièrement évidées immédiatement au-dessus des retombées; elles subiront des efforts variables et d'incessantes trépidations. Qu'arrivera-t-il, le principe de M. Le Châtelier étant admis, de l'effet de solubilité variable des éléments du ciment sous des charges d'eau différentes entre les périodes d'étiage et celles de crues? La résistance des mortiers ne se trouvera-t-elle pas en partie détruite à un certain moment?

Si cela a lieu, le poids des maçonneries au-dessus de la ligne des naissances étant insuffisant pour s'opposer au glissement dans le corps même du massif, ou, autrement dit, à l'effort d'arrachement ou de cisaillement dans les maçonneries, les arcs chasseront la partie supérieure des culées et la sépareront de la partie inférieure. Ce serait alors un effondrement inévitable.

Ces considérations que M. Badois a eu l'occasion de soumettre à qui de droit, en exprimant les craintes qu'elles lui inspirent pour un ouvrage dont les conditions générales d'établissement frisent les limites extrêmes de la hardiesse, ne doivent-elles pas faire réfléchir, et la note de M. Le Châtelier n'est-elle pas de nature à leur donner une nouvelle importance?

M. Badois a pensé qu'il était opportun de marquer dans nos Bulletins la trace de ces préoccupations et de les faire connaître ainsi avant la terminaison de l'ouvrage, tandis qu'il est encore temps de s'en rendre compte et de parer à tout événement, s'il est reconnu utile de le faire, par le remplissage de la plus grande partie des évidements supérieurs de ces culées, de manière à obtenir le poids nécessaire pour une stabilité indiscutable.

Le grand barrage d'Assouan. — La construction, commencée depuis peu, des deux grands barrages d'Assouan et d'Assiout, construction entreprise sous une direction anglaise et à l'aide de capitaux anglais, est destinée à rivaliser avec tout ce qui a été fait de plus gigantesque en Égypte jusqu'ici, dit le *Daily Messenger*. La pose, par le duc de Connaught, le 12 février dernier, de la première pierre de la première digue de la première cataracte, n'aura pas été une cérémonie banale, mais bien plutôt un événement historique.

Le journal anglais entre dans de longs et intéressants détails sur la manière extraordinairement rapide dont les travaux ont été conduits jusqu'à présent par les Ingénieurs ou constructeurs anglais, sir Benjamin Baker, sir William Garstin, M. John Aird M. P., MM. Wilson, Fitz-Maurice et John Blue.

Dès maintenant, 600 tailleurs de pierre, choisis parmi les meilleurs ouvriers des carrières de granit de Baveno, en Lombardie, et de Biella en Piémont, sont occupés à excaver les rochers aux abords de la première cataracte et à façonner les blocs énormes dont sera bâtie la digue. Le nombre de ces Italiens sera augmenté au fur et à mesure des besoins. Les manœuvres en sous-ordre sont des Maltais, des Égyptiens,

des Syriens, des Grecs, des Arabes et quelques Soudanais. Chose curieuse, les indigènes mêmes de la contrée, les Nubiens, si actifs lorsqu'il s'agit de haler les *dahabieh* sur le Nil, ont été reconnus absolument impropres aux travaux de construction; c'est pourquoi on a dû aller chercher dans la haute et dans la basse Égypte les bras nécessaires.

L'ensemble des hommes engagés est, actuellement de 6 000, mais on compte qu'il y en aura au moins 15 000 quand tous les divers chantiers auront été mis en train à Assouan et à Assiout. La pierre qu'attaque cette armée de travailleurs est celle-là même que les ouvriers des Pharaons arrosèrent de leurs sueurs, et il arrive fréquemment que l'on retrouve sur les blocs de granit la marque des outils qui furent employés il y a quelque 3 000 ans.

Il a été pourvu avec soin aux besoins de cette multitude, transportée dans une région à peu près déserte. 8 *km* de voies ferrées ont été déjà construits aux abords des chantiers. Un hôpital a été établi et le service médical est assuré par la présence de 4 docteurs aidés par un personnel de *nurses*, soit infirmières.

Le travail à exécuter à Assouan consiste dans la construction d'un barrage en travers du fleuve et dans le creusement sur la rive occidentale, d'un canal navigable qui permettra aux embarcations de tourner cet obstacle.

Le barrage lui-même ou la digue *(dam)* n'est autre chose qu'une muraille en granit qui aura à peu près 2 000 *m* de longueur et dont la hauteur maximum atteindra 30,50 *m*. L'épaisseur de la base sera de 25 *m*. Cette masse de maçonnerie sera percée de 180 ouvertures, dont la plupart auront 7 *m* de hauteur sur 2 *m* de large. Chacune de ces ouvertures sera fermée par un vannage en tôle d'acier pouvant s'ouvrir et se fermer à volonté. A l'époque de la grande crue du Nil, toutes ces ouvertures seront maintenues ouvertes, pour être ensuite refermées graduellement, de manière à retenir dans la partie du fleuve située en amont une masse d'eau jusqu'à la hauteur de 15 *m* environ au-dessus du niveau du Nil quand il est bas *(Journal de Genève)*.

Les travaux publics à Chicago en 1898. — Pendant l'année 1898, à Chicago, on a effectué le pavage de 58,21 *km* de rues et avenues dont 30,25 *km* en pavage de bois de cèdre, 13,72 *km* en asphalte, 10,50 *km* en macadam, 1 *km* en granit et 2,74 *km* en briques. La ville compte actuellement dans ses limites 6 353 *km* de voies publiques, rues, avenues, etc., dont 2 000 *km* de voies en bon état et le reste de voies à améliorer. On a présenté des estimations pour le pavage de 240 *km* de nouvelles voies, opération à effectuer dans le cours de 1899.

La direction des égouts a dépensé 5 930 000 *f* pendant l'été 1898. On a exécuté 85,4 *km* de collecteurs principaux de 0,22 à 6,10 *m* de diamètre et 22,7 *km* de raccords de maisons. On a fait des études pour divers réseaux d'égouts, savoir ceux de Addison Avenue, dépense prévue 350 000 *f*, Lawrence Avenue, dépense prévue 575 000 *f*. Quatre-vingt-quinzième rue, avec 45 *km* de conduits de chute en briques et une usine élévatoire, dépense prévue 7 800 000 *f*.

Les travaux pour l'accroissement de la quantité d'eau fournie à la

ville, comprennent les réparations et même la reconstruction de plusieurs machines élévatoires; on a fait dans cet exercice beaucoup plus dans cet ordre d'idées que dans les années précédentes.

Ainsi la puissance de la station élévatoire de la Quatorzième rue a été augmentée de près de 110 000 *m*³ par l'addition d'une nouvelle machine et de trois nouvelles chaudières, dont la dépense d'installation s'est élevée à 420 000 *f*.

Il en a été de même pour la station de la Soixante et unième rue où on a installé une machine de la capacité de 54 000 *m*³. Le total de l'eau élevée en 1893 par les diverses stations a atteint 385 000 000 *m*³ contre 358 000 000 en 1896, mais la dépense de combustible pour ce travail n'a été que de 1 076 000 *f* contre 1 190 000 *f* en 1896.

Voici, du reste, le budget des travaux publics de Chicago, pour les deux années 1898 et 1899.

	1898	1899
Département des bâtiments	311 500 *f*	317 000 *f*
Ponts et viaducs	425 000	500 000
Nouveau pont de Canal Street	»	175 000
Département des voies publiques. . .	4 585 000	4 920 000
— des eaux	1 455 000	1 550 000
— des égouts.	925 000	880 000
— de l'électricité	1 250 000	1 735 000

L'allocation faite au Département des eaux comprend une somme de 250 000 *f* pour la pose de conduites à haute pression pour le service d'incendie.

Le Département des voies publiques comprend divers services distincts, tels que : nettoyage des rues, enlèvement et destruction des ordures, réparations aux rues, etc., et les allocations spéciales à chacun de ces services sont prévues; ainsi, enlèvement et destruction des ordures ménagères figure pour 200 000 *f*, le nettoyage des rues pour 1 500 000 *f*, les réparations aux voies publiques pour 1 000 000 *f*. On fait remarquer ici que ces chiffres sont très inférieurs aux sommes nécessaires pour assurer les services; par exemple l'allocation prévue pour le chapitre des ordures ménagères, le *garbage*, ne permettra pas de faire aucune des installations projetées à cet effet.

Les autorités municipales ont décidé que les travaux d'enlèvement des ordures ménagères, le nettoyage des rues et les réparations ne pourraient plus être faits par contrats, c'est à-dire être l'objet d'entreprises et qu'ils devraient être exécutés directement par le personnel de la ville.

On n'a point prévu pour 1899 d'autres travaux de ponts que ceux du pont de Canal Street, qui est exécuté avec le concours du service du drainage.

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Mars 1899.

Notice nécrologique sur M. Schlemmer, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, membre du Coonseil de la Société d'Encouragement, par M. Huet.

Rapport de M. Davanne sur le **Chromographoscope** de M. Ducos du Hauron, présenté par M. Mackenstein, constructeur.

La reproduction photographique des contours d'un sujet par une méthode indirecte, inventée il y a plusieurs années déjà par MM. Ducos du Hauron et Cros, comprend deux phases bien distinctes : l'analyse qui sépare les couleurs au moyen d'écrans de teinte complémentaire permettant d'obtenir, de chacune des trois couleurs fondamentales, une impression photographique neutre, et la synthèse qui permet de reconstituer l'image colorée par la superposition des trois épreuves positives correspondantes, auxquelles on a préalablement donné leur coloration fondamentale monochrome par l'emploi d'une matière colorante convenablement choisie.

Dans l'appareil présenté à la Société d'Encouragement, l'auteur a cherché à résoudre le problème suivant : obtenir trois images du sujet coloré en faisant le triage des couleurs complémentaires et cela par une opération unique de pose et de développement, puis réaliser, dans l'appareil même, la superposition automatique des trois images positives, qui donnent la sensation d'une image unique avec ses couleurs. M. Ducos du Hauron a résolu le problème, par l'emploi de réflecteurs transparents pelliculaires inclinés à 45° et de miroirs ordinaires recevant les rayons suivant la normale, et les renvoyant sur la surface sensible en leur faisant traverser l'écran coloré qui produit l'analyse.

Nous ne pouvons donner ici qu'une idée de cette méthode ingénieuse qui, suivant le rapporteur, présente un progrès dans l'application si intéressante de la reproduction des couleurs par la photographie.

Rapport de M. Henri Rouart sur **des appareils fumivores d'usage domestique** présentés par M. Joseph Hinstin.

Notre collègue, M. J. Hinstin, a étudié des dispositifs pour la combustion sans fumée qu'il a décrits devant notre Société. Il a appliqué les mêmes principes à des appareils d'usage domestique, dont la partie essentielle au point de vue fumivore est une voûte réfractaire de renversement des gaz de la combustion qui assure leur mouvement rationnel et favorise leur mélange intime avec de l'air en excès. Ces appareils

comprennent des cheminées d'appartement, des fourneaux de cuisine, des poêles, etc. Les expériences faites par le rapporteur sur plusieurs de ces appareils sont tout à fait concluantes.

Rapport de M. A. Livache sur un travail de M. L. Quivy relatif à **la galvanisation à froid** ou **zingage électro-chimique.**

La galvanisation à chaud, pratiquée actuellement, a l'inconvénient de déformer les pièces, d'en altérer le profil et quelquefois même d'en diminuer la résistance. L'auteur du travail, après avoir passé en revue les divers essais ou propositions faits pour remplacer le zingage à chaud par le zingage électro-chimique, expose les essais faits par lui personnellement et les résultats industriels qu'il a obtenus. Il décrit enfin une installation pour ces opérations et établit un prix de revient, lequel parait pouvoir être pour 100 *kg* de pièces à zinguer de 20 à 11 *f* suivant que l'épaisseur de ces pièces varie de 0,1 à 9 *mm*. Les tubes en acier peuvent être zingués au prix de 8 *f* par 100 *kg* du poids des tubes avant galvanisation.

M. Quivy a fait, dans le courant de 1897, une installation de ce genre dans les ateliers de la Société d'Escaut et Meuse, à Anzin.

Rapport de M. A. Barbet sur **un appareil de soulèvement des voitures automobiles de tramways,** présenté par M. Chardonnet.

L'idée consiste à fixer d'une manière permanente à la voiture automobile, les appareils de soulèvement analogues aux vérins qu'on emploie ordinairement. Il y a 4 presses verticales fixées aux 4 angles du châssis et dont les tiges de piston sont dirigées vers le sol, de sorte qu'en admettant dans les presses la vapeur ou l'air comprimé qui sert de moteur au véhicule, on soulève celui-ci. L'objection de l'augmentation du poids mort n'a pas d'importance, parce qu'il s'agit ici de voitures en général déjà assez lourdes. Ce dispositif, permettant d'agir très rapidement, parait à recommander.

Étude **du rôle de l'enveloppe de vapeur,** par M. Lefer.

L'auteur, qui a exposé dans un travail précédent la théorie du fonctionnement des moteurs à un seul cylindre sans enveloppe, traite ici très longuement du rôle de l'enveloppe de vapeur. Il étudie incidemment quelques questions accessoires. Il conclut avec raison que l'utilité de l'enveloppe n'est pas absolue; ainsi, à recommander pour les moteurs à grande détente, elle ne semble pas utile pour ceux où l'expansion de la vapeur est faible. Il y a plus d'intérêt, surtout dans les machines à faible course, à mettre une enveloppe aux fonds de cylindres qu'à la partie cylindrique.

Unification des filetages. — Compte rendu du **Congrès international de Zürich** et **système international de filetages à base métrique,** par M. Ed. Sauvage.

Analyse du **cinquième rapport du Comité des alliages** de l'*Institution of Mechanical Engineers,* d'après Sir W.-C. Roberts Austen.

Recherches sur la cémentation, par M. F. MANNESMANN (Extrait du *Bulletin de la Société pour l'Encouragement de l'Industrie de Berlin*).

L'auteur traite les quatre questions suivantes : solubilité du carbone, cémentation expérimentale, cémentation industrielle, rôle des divers céments et température d'obtention des différents aciers. Il conclut que dans l'opération de la cémentation, la vitesse de pénétration du carbone est le produit de trois termes : 1° l'affinité, qui est proportionnelle à l'écart entre la teneur actuelle en carbone et la limite de saturation; 2° la mobilité du métal qui dépend de l'écart entre la température actuelle et la température de fusion, et 3° la différence entre la teneur en carbone de deux couches à une certaine distance l'une de l'autre.

Analyse de l'eau pour l'épuration chimique, par MM. LÉO VIGNON et MEUNIER (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*).

Les auteurs traitent successivement du dosage de l'acide carbonique libre ou à demi combiné, du dosage du carbonate de sodium nécessaire à la transformation des chlorures et sulfates, ces deux points constituent une méthode analytique qui, d'après eux, permet de déterminer rapidement et avec exactitude les éléments de l'épuration chimique des eaux.

Sur le mécanisme de la désagrégation des mortiers, par M. H. LE CHATELIER. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*) (1).

La désagrégation des mortiers provient généralement de la présence, soit dans le ciment même, soit dans les eaux ambiantes de composés de chaux et de magnésie qui agissent en provoquant des gonflements. Cette action expansive ne se fait souvent sentir qu'après des mois et même des années. L'explication de ces retards semble, à l'auteur, résulter de deux faits, mis en lumière par ses recherches antérieures : la solubilité plus ou moins grande de tous les composés actifs des ciments et la variation de solubilité des corps solides avec la pression qu'ils supportent. Des expériences directes semblent confirmer cette théorie; elles ont été faites sur du plâtre, mais on est en droit d'admettre, par raison d'analogie, que les choses se passent exactement de la même façon dans les ciments.

La radiographie stéréoscopique, par M. CHABAUD.

L'auteur décrit un matériel stéréoscopique qu'il a étudié pour photographier les parties du corps humain, la méthode stéréoscopique étant, dit-il, la seule qui permette au médecin de juger de la place occupée par un corps étranger, en même temps qu'elle lui donne le relief exact des os du squelette.

Ce matériel se compose : 1° de l'appareil servant a faire les deux radiographies; 2° l'appareil servant à observer les épreuves obtenues; et 3° l'appareil servant à éclairer les négatifs et à les repérer.

Avec un tube bien réglé et une source électrique relativement faible, on peut faire toutes les parties du corps humain en moins de cinq mi-

(1) Voir dans ce même Bulletin, page 630, les observations de M. Badois au sujet de cette note.

nutes; on peut trouver un corps étranger, reconnaitre sans hésitation la place occupée par ce corps, et déterminer la distance par rapport à ce point connu du squelette, enfin, en quelques instants prendre deux épreuves radiographiques, les développer, les examiner au stéréoscope et en tirer immédiatement une conclusion.

Notes de mécanique.

Nous citerons, parmi ces notes, la description du compteur Venturi, avec totalisateur-enregistreur, de l'injecteur Kaczander, pour le lavage et l'essai des chaudières, la fraise à finir les engrenages de Beale, la presse à étamper de Fox, la fabrication des montres à Woltham dont le chiffre s'élève à 2 500 par jour, avec 2 200 ouvriers, dont 800 femmes.

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

4e trimestre de 1898.

Distribution des vitesses suivant la verticale dans les courants de marée, par M. Bourdelles, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

La connaissance de la distribution verticale des vitesses des courants de marée, laquelle est influencée par le frottement et par les changements de direction, conséquence du renversement de la marée, est très importante pour les études d'amélioration des rivières à marée.

L'auteur a donc cherché à utiliser les diverses observations recueillies tant en France qu'à l'étranger pour mettre en lumière les particularités de la distribution des vitesses dues à la propagation de l'onde-marée, dans la mer et dans les fleuves, et en déduire les conséquences pratiques qui en résultent pour les travaux. La distribution des vitesses suivant la verticale est le criterium indispensable pour définir le régime variable d'un fleuve dans les diverses parties de son cours soumis à la marée. Ce criterium permet seul d'arrêter, en connaissance de cause, les travaux d'amélioration des fleuves à marée.

Installation électrique pour l'alimentation du Canal de Bourgogne, par M. Galliot, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Malgré les améliorations apportées depuis quelques années, on a dû exécuter, en 1897, dans la rivière de Saône, une prise d'eau pour assurer l'alimentation des derniers biefs du versant sud du Canal de Bourgogne.

Le problème consistait à prendre 15 000 m^3 d'eau dans la Saône et les verser au bief n° 76 du canal; reprendre 6 000 m^3 à ce bief pour les remonter au bief n° 75, et prendre 3 000 m^3 à ce dernier pour alimenter le bief n° 74.

Pour remonter l'eau à chaque écluse, on y a installé une pompe centrifuge qui aspire dans le bief d'aval et refoule dans celui d'amont. Ces

pompes sont mues par des moteurs électriques. La force motrice provient d'un barrage de la Saône, situé un peu en aval de l'embouchure du canal dans cette rivière. Ce barrage produit une chute qui peut donner une force brute minima de 225 *ch.* On y a installé une turbine qui met en mouvement une dynamo dont le courant est transporté, par des fils qui suivent la rivière et le canal, aux usines réceptrices. La plus grande distance de transport est de 7 *km.*

La dépense totale de l'installation s'est élevée à 79 400 *f.*

Notes sur la **construction du pont Alexandre III,** par MM. Résal, Ingénieur en chef, et Alby, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Cette partie décrit le pont roulant de montage et la traverse métallique; on y trouve des détails très complets sur la constitution et l'assemblage des arcs, les calculs des poussées, de l'effet de la température, l'influence du vent, etc., les articulations, les conditions de réception des pièces, etc.

Expériences sur la résistance des fermettes de barrage établies pour soutenir des aiguilles et mode de consolidation adopté pour permettre l'application des vannes, par M. Claise, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Dans certains barrages de la Meuse ardennaise, on avait pu placer sans difficulté des vannes sur des fermettes établies et calculées seulement pour recevoir des aiguilles, et cela sans avoir à augmenter la résistance de ces fermettes.

Depuis, on a été amené à rechercher si l'on ne pourrait étendre cette disposition à des ouvrages pour lesquels la hauteur de l'eau au-dessus du seuil serait supérieure à 1,50 *m* et atteindrait, par exemple, 2,50 *m.*

Les calculs ont indiqué que le travail du métal atteindrait, dans ce cas, un taux très élevé, 19,4 *kg* par millimètre carré, mais, comme dans le calcul on ne pouvait tenir compte de tous les éléments, il était désirable de constater la résistance réelle par l'expérience directe. On a opéré sur une fermette remplacée provenant d'un barrage et encore en bon état, malgré un service de 15 à 20 années. On l'a essayée par une surcharge formée d'un lest en fonte.

On a conclu de cette expérience que la fermette pouvait résister, sans consolidation, à des hauteurs d'eau pouvant aller jusqu'à 2,50 *m.* Toutefois, pour plus de sécurité, il a paru convenable d'accroître la résistance de ces pièces pour le cas où elles seraient appelées à recevoir des vannes de 2 *m* au lieu de 1,50 *m.*

On a opéré cette consolidation par l'addition d'un double fer en U reportant à l'aval du tourillon de la fermette la presque totalité de l'effort de compression existant sur l'entretoise inférieure. Le poids du métal ajouté s'élève à 20 *kg* et porte le poids de la fermette consolidée à 160 *kg.* Ce renforcement ne coûte que 12 *f* par fermette.

La pièce, soumise au même essai que la précédente, ne donne, pour le métal, qu'un travail de 8 *kg* par millimètre carré, très acceptable pour un organe qui n'éprouve ni chocs ni vibrations.

(A suivre.)

ANNALES DES MINES

2e livraison de 1899.

Note sur **les chocs causés par l'eau dans les conduites de vapeur** et sur les ruptures des valves en fonte, par M. C. WALCKENAER, Ingénieur en chef des Mines.

Le mémoire donne la description de quelques accidents portant sur la rupture de valves de prise de vapeur et paraissant dus à la présence d'eau dans les conduites. La conclusion est qu'il résulte de l'examen de ces faits un double enseignement, portant d'une part sur les dispositions des tuyauteries où il ne doit pas pouvoir se faire de dépôts d'eau condensée et, d'autre part, sur la constitution des boites des valves pour lesquelles la fabrication n'a peut-être pas suivi l'accroissement des pressions de la vapeur.

La loi anglaise de 1896 sur les mines de houille, par M. LEPROUX, Ingénieur des Mines.

Le mémoire donne le texte de la loi anglaise du 14 août 1896 sur les mines de houille et en donne un commentaire. Une des dispositions de cette loi donne au ministre le droit de prohiber, pour une ou plusieurs mines, l'emploi de tel ou tel explosif et de fixer les conditions de son emploi, et une ordonnance du 11 juillet 1898, rendue conformément à ce droit, désigne les explosifs à employer et en impose l'usage exclusif dans toute couche où du gaz a été trouvé dans les trois mois; de plus, elle impose des conditions de détail dans le mode d'emploi des explosifs autorisés et notamment dans leur mode d'allumage qui doit être électrique dans toute mine grisouteuse, etc.

La liste des explosifs autorisés a été établie d'abord d'après des essais faits en dehors de l'intervention demandée par la Commission du Ministère de l'Intérieur et ensuite d'après des essais faits à Woolwich, essais dont la note dont nous nous occupons donne le détail.

L'auteur étudie après l'application de la nouvelle réglementation qui a soulevé certaines critiques, car elle est très large dans l'admission des explosifs, et en autorise certains que le suffrage presque unanime de l'Europe continentale a déclarés dangereux. Si l'on songe qu'à côté de cette réglementation si minutieuse, le dosage de teneurs en grisou inférieures à 2 0/0 dans les courants d'air est encore à peu près partout considéré comme sans intérêt, on ne peut s'empêcher d'éprouver quelque préoccupation relativement au degré de sécurité réalisé actuellement dans les houillères anglaises.

Rapport sur **les travaux du service géologique de l'Algérie** pour l'année 1897, par MM. A. POMEL et J. POUYANNE, directeurs du service.

Notes sur **les champs d'or de Coolgardie**, par M. L. Gasinel, Ingénieur civil des Mines.

Le territoire compris sous la dénomination de « Champ d'or de Coolgardie », dans l'Australie occidentale, ne mesure pas moins de 170 000 km^2; la ville de Coolgardie est à 600 *km* de la côte; elle s'est fondée en 1893. La note donne des renseignements détaillés sur les districts aurifères, leur exploitation, le prix de revient et la législation. Jusqu'à la fin de 1896, il avait été fondé 538 Compagnies pour exploiter des mines d'or dans l'Australie Occidentale; sur ce nombre, 35 avaient disparu à cette date et, des 503 restantes, 50 avaient subi une réorganisation, 33 seulement donnaient des dividendes et encore 13 de celles-ci étaient des Compagnies qui n'exploitaient pas et tiraient leurs bénéfices de la vente des terres et de l'émission des actions.

La production totale de l'Australie Occidentale a été, en 1896, de 8 747 *kg* d'or valant 27 millions de francs et, en 1897, de 21 000 *kg* d'or d'une valeur de 60 millions de francs; elle a atteint dans les six premiers mois de 1898, le chiffre de 14 638 *kg* valant 44 millions de francs. On peut prévoir que la production totale de 1898 atteindra 100 millions dont les quatre cinquièmes peuvent être attribués aux champs d'or de Coolgardie.

Commission du grisou. — Rapport sur des expériences relatives à la **détonation des grisounites Favier**, par M. Sarrau, Inspecteur général des Poudres et Salpêtres, Membre de l'Institut.

Ces expériences ont été faites à la Poudrerie d'Esquerdes, dans les conditions les plus variées. On n'y a constaté aucun phénomène analogue à des explosions tardives, et on peut en conclure que le fonctionnement explosif de ces substances ne présente aucune circonstance appréciable qui conduise à en interdire ou à en restreindre l'emploi.

SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

Mars 1899.

Réunions de Saint-Étienne.

Séance du 4 mars 1899.

Communication de M. Petit, Ingénieur en chef des houillères de Saint-Étienne, sur la **canalisation du ruisseau « l'Iserable »**.

L'Iserable, ruisseau qui prend sa source sur la colline de la Rochelandière et se jette dans le Furens, a, en temps ordinaire, un débit d'environ 90 *l* par seconde, mais après des pluies persistantes, son cours devient torrentiel.

De plus son cours rencontre, dans une partie, les affleurements de couches de houille et les dislocations produites par l'exploitation souter-

raine amenant de nombreuses fentes et crevasses, on est exposé à voir revenir dans la mine une portion de l'eau déchargée par les pompes d'épuisement dans le ruisseau. Aussi a-t-on reconnu la nécessité de faire des travaux de canalisation.

On a d'abord procédé à un jaugeage qui a fait constater que la quantité d'eau infiltrée dans les travaux par 24 heures, obtenue par la différence entre les débits de deux sections situées l'une en amont, l'autre en aval, de la partie donnant lieu aux infiltrations atteignait le chiffre considérable de 942 m^3.

On a ensuite exécuté une canalisation d'une longueur de 1 880 *m* environ en béton de ciment; la section est, en général, demi-circulaire, le rayon variant de 0,65 *m* à 1,10 *m*. Certaines parties sont voûtées.

La dépense totale s'est élevée à 70 783 *f*, ce qui fait 37,63 *f* par mètre courant.

Les résultats obtenus sont favorables et la quantité d'eau épuisée a notablement diminué; ainsi la pompe du puits Verpilleux a, en six mois, épuisé 100 000 m^3 de moins que précédemment. Le prix de revient du mètre cube épuisé à 200 *m* de profondeur étant de 8 centimes, l'économie annuelle peut s'élever à 20 000 *f*, de sorte que la dépense faite pour la canalisation se trouve largement justifiée.

Communication de M. Mortier sur **l'utilisation mécanique des gaz de hauts fourneaux.**

Des faits récents semblent indiquer que, dans un avenir prochain, les usines comportant des hauts fourneaux, fonctionneront entièrement avec la masse de gaz produite par ces hauts fourneaux, gaz autrefois perdus et, depuis, imparfaitement utilisés.

On sait que l'ensemble thermo-dynamique constitué par la chaudière et la machine à vapeur demande, au minimum, dans les conditions les plus favorables, 7 500 calories par cheval effectif et par heure, alors que les moteurs à gaz se contentent, pour le même travail, de 3 000 calories. On pourrait donc obtenir deux fois et demie plus de travail.

La note donne à cet égard quelques renseignements extraits de l'ouvrage de M. Aimé Witz sur les moteurs à gaz auxquels l'auteur ajoute quelques chiffres personnels très curieux. Il expose que si le poids de gaz correspondant à la production de 1 *t* de fonte est de 5 430 *kg* à 820 calories par kilogramme, on trouve qu'à raison de 3 500 *l* par cheval-heure, 100 *t* de fonte correspondraient à la production de 118 000 chevaux-heure; mais il y a à déduire le calorique nécessaire pour le chauffage de l'air et le travail pour la mise en marche des machines soufflantes; il resterait, d'après l'auteur, 3 040 chevaux-heure.

On arriverait donc à cette conclusion assurément inattendue qu'une batterie de cinq hauts fourneaux de 100 *t* chacun, installés aux portes d'une grande ville comme Lyon, représenterait la même somme de travail utile disponible que le fameux canal de Jonage.

Communication de M. Mortier sur **une balance manométrique.**

Il s'agit d'un procédé permettant de déterminer l'orifice équivalent

d'un objet quelconque, tronçon de tuyau coudé par exemple, sans aucune mesure de pression ni de débit, ce procédé mérite d'être appelé balance manométrique parce qu'il a une grande analogie avec la balance ordinaire employée avec double pesée.

Voici le dispositif qui permet de le réaliser :

Une chambre rectangulaire, divisée par une cloison en deux chambres accolées, communique d'un bout avec l'atmosphère, de l'autre avec la chambre d'aspiration d'un ventilateur.

Ces quatre communications des deux chambres sont obtenues au moyen de guichets réglables, et les deux chambres communiquent entre elles par un trou rond dans lequel peut tourner un moulinet quelconque, par exemple la turbine d'un anémomètre.

On substitue à un des guichets qu'on appellera chambre de mesure, l'objet dont on veut déterminer l'orifice équivalent, on règle les deux guichets de l'autre chambre qui sera la chambre d'équilibre, de façon qu'ils soient à peu près égaux; enfin on règle le second guichet de la chambre de mesure de façon que le moulinet ne tourne ni dans un sens ni dans l'autre. Il ne reste plus qu'à remettre à la place de l'objet le guichet qui s'y trouvait avant et de régler ce dernier pour rétablir l'immobilité du moulinet.

L'orifice ainsi réglé sera exactement l'orifice équivalent cherché puisqu'il le remplace rigoureusement.

Communication de M. Maurice sur l'état des **travaux de la section permanente d'étude du grisou** de la Société belge de Géologie.

Exposition d'appareils de mesure du temps et des angles divisés suivant le système décimal.

Cette exposition est indiquée comme devant se tenir à Toulouse du 4 au 8 avril à l'occasion de la réunion des Sociétés savantes dans cette ville.

District de Paris.

Séance du 16 janvier 1890.

Communication de M. Dujardin-Beaumetz sur **la Chine et l'industrie minérale.**

L'auteur examine dans quelles conditions l'ingénieur européen pourra arriver à jouer un rôle sérieux en Chine. L'organisation de l'industrie minérale a pour principal obstacle le régime intérieur actuel chinois. S'il n'est pas douteux que la Chine ne trouve dans son sol les ressources nécessaires à sa mise en œuvre industrielle, c'est cette mise en œuvre, particulièrement par les chemins de fer, qui doit être l'objet des études des Ingénieurs qui ont à s'occuper en Chine d'affaires de mines. Les autres branches de l'art de l'ingénieur peuvent trouver largement à s'exercer dans les concessions des ports ouverts aux étrangers, sous la protection de leurs lois particulières. Les Chinois sauront bien, dès qu'ils en sentiront le besoin, y aller les chercher et les faire pénétrer à l'intérieur. Il ne faut toutefois pas se faire d'illusions et croire que les choses

iront aussi vite qu'on a pu le penser; les difficultés intérieures seront très grandes, sans compter celles résultant de l'ardente compétition des puissances européennes.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 13. — *1er avril 1899.*

Le bateau-salon *Genève* de la Compagnie de navigation sur le lac Léman, construit par Sulzer frères, à Winterthur (1).

Expériences sur les assemblages à brides pour tuyaux, par C. Bach *(fin).*

Question de l'éducation des Ingénieurs, par P. von Lossom.

Expériences sur des moteurs à gaz, au point de vue de l'influence de la compression, par E. Meyer *(fin).*

Détermination graphique approximative des valeurs π et $\sqrt{\pi}$, par F. Heerwagen.

Revue. — Fête du cinquantenaire de la Société des Ingénieurs et Architectes Autrichiens.

N° 14. — *8 avril 1899.*

Expériences sur des locomotives à quatre cylindres par F. Leitzmann *(suite).*

Nouveaux appareils pour le maltage, par H. Hempel.

Théorie des charpentes de tours et de coupoles, par H. Müller-Breslau.

Aperçu sur la question : dans quelle mesure la consommation de vapeur des machines varie-t-elle avec la charge? par E. Meyer.

Groupe de Hambourg. — Anciens procédés de confection des modèles de pièces de machines et des roues d'engrenage. — Procédé pour la taille des grosses vis.

Groupe de Carlsruhe. — Production des hautes températures.

Correspondance. — L'acide carbonique dans les eaux de source cause de destruction des appareils de conduite et de distribution.

N° 15. — *15 avril 1899.*

Ordre du jour de la XLme Assemblée générale de l'Association des Ingénieurs Allemands, à Nüremberg, en 1899.

Machines soufflantes pour hauts fourneaux, construite par la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, à Mulhouse, par F. Lamey.

Expériences sur des locomotives compound à quatre cylindres par F. Leitzmann, *(fin).*

Le chemin de fer électrique Stanstad-Engelberg.

Groupe de Dresde. — Les installations électriques de Dresde.

Revue. — Les chemins de fer allemands dans l'exercice 1897-1898.

(1) Voir *Société des Ingénieurs Civils de France*, décembre 1896, page 761.

N° 16. — *22 avril 1899.*

La fonderie à la fin du XIXme siècle, par A. Ledebur.

Emploi des gaz des hauts fourneaux pour la mise en marche des moteurs à gaz et expériences sur un moteur de 60 *ch* fonctionnant de cette manière, par E. Meyer *(suite).*

Scieries américaines et leur matériel, par P. Stallmaier.

Quelques observations sur le projet de loi relatif aux patentes d'invention.

Groupe de Breslau. — Notice nécrologique sur Heinrich Fiedler. — Production de l'acier et du fer fondu au four Martin.

Groupe de Dresde. — La nouvelle distribution Collmann.

Correspondance. — Puissance de réglago des régulateurs.

N° 17. — *29 avril 1899.*

Sur le magnétisme terrestre, par W. von Bezold.

Pompes nourricières des distributions d'eau de Charlottenbourg et de Halle-sur-Saale, construites par la Société Berlinoise de fonderie et de construction de machines à Charlottenbourg.

Emploi des gaz des hauts fourneaux pour la mise en marche des moteurs à gaz et expériences sur un moteur de 60 *ch* fonctionnant de cette manière, par E. Meyer *(fin).*

Groupe d'Aix-la-Chapelle. — Construction des diagrammes des machines compound.

Groupe du Rhin inférieur. — Installations d'éclairage avec mise en marche et arrêt automatiques des moteurs.

INFORMATIONS TECHNIQUES (1)

Ire SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.

1. — **Pont en béton armé.** — On a construit récemment à Steyr, en Hongrie, un pont en béton armé d'après le système du professeur Melan, qui a donné lui-même la description de cet ouvrage dans la *Zeitschrift des Oesterreichische Ingenieure und Architekten Verein.*

Ce pont en arc de 42 *m* d'ouverture avec 2,85 *m* seulement de flèche, soit 1/15, a trois articulations, deux aux naissances et une à la clé. Il est formé de six arcs en treillis formés de barres et de cornières, lesquels sont complètement noyés dans un mortier composé de 1 partie de ciment de Portland, 2 de sable et 4 de pierres cassées. Le mélange de béton se fait de manière à laisser les articulations libres de fonctionner et chaque moitié du pont forme un bloc monolithe.

Les épreuves, effectuées avec le plus grand soin, ont été faites à raison de 460 *kg* de charge par mètre carré; la flèche maxima observée n'a été que de 39 *mm.*

On a construit une passerelle dans le même système à Stockbridge, Mass, États-Unis. La portée est de 30,50 *m* et la flèche de 3,05 *m*, soit 1/10 *m*. L'épaisseur à la clé est de 22 *cm.* (*Engineering Magazine*, avril 1899, pages 42 et 150, article illustré.)

2. — **Résistance au feu d'un plancher en béton.** — Une Commission de la British Fire Prevention Association a fait récemment une exprience intéressante sur la résistance au feu d'un plancher en béton.

Ce plancher avait 28,2 m^2 de superficie et était supporté par trois fers à double T parallèles placés un au centre et les deux autres près des murs. Sur ces fers était posé une feuille de métal déployé portant une couche de 75 *mm* de béton recouvert de 12 *mm* de ciment lissé. Au-dessous des fers à T était une feuille de métal déployé couverte d'une couche de plâtre.

L'objet de l'épreuve était de constater l'effet sur le plancher ainsi constitué d'un feu brûlant sans flamme pendant 15 minutes et donnant une température ne dépassant pas 300° C. et suivi d'un feu violent durant une heure et donnant une température de 1 100° C., et de l'application pendant trois minutes d'une forte aspersion d'eau produisant un refroidissement rapide.

Le plancher était chargé à raison de 700 *kg* par mètre carré; il y avait 2,30 *m* de hauteur entre le dessous du plancher et le bas de la chambre de combustion dont le plancher formait le plafond.

(1) Cette partie est faite avec la collaboration de M. G. Baignères, Membre du Comité, et de MM. P. Jannettaz, R. Soreau, G. Courtois et L. Périssé, Secrétaires.

Le résultat a été que le plâtre formant le dessous du plancher est resté intact jusqu'à l'application de l'eau. Il y a eu une légère déformation du plancher, le béton est resté intact, ne montrant que quelques légères fentes à la surface; la flamme ne l'a pas traversé (*Engineering Record*, 8 avril 1899, page 434).

3. — **Le premier chemin de fer vers le Yukon.** — On sait que pour pénétrer dans le district aurifère du Klondyke, les mineurs ont le choix entre plusieurs routes : routes de terre venant du Canada, très longues; routes d'eau jusqu'à l'embouchure du Yukon qu'on remonte ensuite (cet itinéraire n'étant possible que de juin à septembre), enfin routes directes par mer et par les fleuves; ou bien on débarque à Skagway et on franchit la chaîne côtière au col de White ou au col de Chilkot, ou bien on débarque à Dyca et on traverse le col de Chilkot, puis on redescend dans le bassin du Yukon par les lacs et rivières. Ce sont ces derniers itinéraires que choisissent de préférence les mineurs et plus spécialement la route par le col de Chilkot (1 155 *m* non accessible aux bêtes de somme) ou celle par le col de White (792 *m* accessible aux chevaux).

Les Américains, prompts à introduire tout perfectionnement, ont cherché à diminuer les dangers et les fatigues de cette partie de la route, la plus pénible de tout le trajet, car une fois arrivé aux lacs, on n'a pour ainsi dire qu'à se laisser porter en canot. C'est ainsi que depuis le 1er février 1899 on a livré au service le 32 premiers kilomètres du chemin de fer du Yukon. Deux trains de voyageurs et cinq trains de marchandises roulent quotidiennement entre Skagway et le sommet du col de White.

Le 1er juin de cette année, le service sera fait jusqu'au lac Bennet et au printemps de 1900, on espère atteindre le Fort Selkirk, au point où les rivières Pelly et Lewis se réunissent pour former le Yukon à 275 *km* de Dawson-City, c'est-à-dire du Klondyke aurifère.

Le tronçon ouvert a été fort difficile à construire. Le long des falaises à pic, il a fallu faire sauter des milliers de tonnes de roches, et l'on a dû percer de nombreux tunnels pour mettre la voie à l'abri des avalanches de neige; dans certains cas les hommes durent travailler sur des échafaudages volants descendus du sommet des rochers. (Communiqué par M. R. de Batz.)

4. — **Chemins de fer de l'Indo-Chine.** — Conformément à la loi du 25 décembre 1898, relative aux chemins de fer de l'Indo-Chine, le ministre des Colonies, sur la proposition de M. Doumer, a décidé de faire commencer de suite les travaux des lignes de Hanoï à Vinh et de Haïphong à Viétri, qui font partie du réseau dont la construction est dès à présent autorisée.

Pour ces deux lignes, les projets techniques et les projets de contrats par adjudications publiques relatifs à l'exécution des travaux d'infrastructure autres que les grands ouvrages d'art métalliques ont été dressés et approuvés par le Comité des travaux publics du Ministère des Colonies sous réserve de l'approbation ultérieure de la section centrale

de Nam-Dinh à Vinh entre les stations de Ninh-Binh et de Giem-Quinh après qu'une étude complémentaire aura été faite.

La ligne de Hanoï à Vinh aura 319 *km*. Celle de Haïphong à Viétri 154 *km*.

Viétri est situé au confluent du fleuve Rouge et de la rivière Claire à une dizaine de kilomètres au nord-est du confluent de la rivière Noire.

La seconde ligne de Hanoï-Ninh-Binh traversera le delta du fleuve Rouge, puis elle coupera deux massifs montagneux séparés l'un de l'autre par le delta du Song-Ma, entre Vinh-Binh et Giem-Quinh, section réservée.

Les dépenses s'élèveraient, d'après les évaluations à 46 601 400 *f*, c'est-à-dire une moyenne de 98 523 *f* par kilomètre, chiffre légèrement inférieur à celui de 100 000 *f* qui a été adopté pour déterminer le montant de l'emprunt.

D'autre part, conformément aux dispositions du décret du 29 décembre 1898 une, première somme de 50 millions a été réalisée sur le montant de 200 millions. Le crédit nécessaire pour assurer le payement de l'annuité afférente à cette somme est inscrit au budget général de l'Indo-Chine pour l'exercice courant et sera inscrit aux budgets ultérieurs : il s'élève pour 1899 à 640 000 piastres ou 1 600 000 *f* (en comptant la piastre pour 2,50 *f*).

En conséquence, l'ouverture des travaux des voies ferrées qui doivent relier Haïphong à Viétri et Hanoï à Vinh, sauf en ce qui concerne la section de Ninh-Binh à Giem-Quinh qui a été autorisée par décret.

L. P.

5. — **Le tunnel du Simplon.** — Le percement de la galerie d'avancement du tunnel du Simplon a progressé pendant le mois de mars de 174 *m* du côté nord et de 95 *m* du côté sud, ce qui porte actuellement la longueur de la galerie à 1 167 *m*, dont 803 *m* du côté suisse et 364 du côté italien. Le nombre d'ouvriers employés a été de 1 100 environ hors du tunnel et 744 dans le tunnel, soit un total de 1 844.

Du côté suisse, la galerie a traversé les schistes lustrés argileux, sauf sur 42 *m*, entre les kilomètres 0,674 et 0,616, formant une couche sèche de gypse, d'anhydrite et de dolomie. Les venues d'eau ont comporté 40 *l* par seconde en tout.

L'avancement au front d'attaque a été de 5,80 *m* par jour en moyenne contre 5,53 *m* en février. Par suite d'un commencement de grève, les travaux du tunnel ont été interrompus pendant vingt-quatre heures.

Du côté italien, le terrain traversé est le gneiss d'Antigorio compact et sec. L'avancement journalier a été de 3,07 *m* en moyenne, contre 3,43 *m* en février. Les perforatrices nouveau modèle sont en fonction. Le 15 mars la perforation mécanique a commencé dans la galerie parallèle avec trois perforatrices Brandt (*Schweizerische Bauzeitung*, 8 avril 1899, page 124).

6. — **Le viaduc de Kinzua.** — Le viaduc de Kinzua, en Pensylvanie, sur le chemin de fer de l'Érié, va être prochainement démonté et remplacé par une autre construction métallique. Ce célèbre ouvrage avait été construit en 1882 par la maison Clarke, Reeves et C[ie], et avait

été considéré comme une des œuvres les plus remarquables du Génie civil américain. Il avait 629 *m* do longueur et 87 *m* de hauteur, du niveau des rails au-dessus des. soubassements en maçonnerie des piles. Le montage de la superstructure, qui pèse environ 1 750 *t*, avait été fait sans l'aide d'échafaudages. Depuis plusieurs années, ce viaduc était considéré comme trop léger pour le trafic actuel (*Engineering Record*. 8 avril 1899, page 433).

7. — **Passage à niveau fréquenté**. — En vue d'une étude relative à la surélévation des voies du Chicago, Rock Island and Pacific and Lake Shore R. R., à Chicago, pour la suppression de certains passages à niveau, on a été amené à rechercher la fréquentation journalière d'un de ces passages situés près de la gare, à la traversée de Harrison Street.

Les chiffres observés entre 6 h. 45 du matin et 6 h. 45 du soir sont les suivants :

Piétons traversant la voie	12 445
Attelages — —	5 034
Machines traversant la rue	538
Trains — —	122

C'est une moyenne de 1 000 piétons et de 420 attelages par heure. Il ne passe pas dans la rue de tramways et les accidents sont assez rares à ce passage. On conçoit néanmoins qu'il y ait grande utilité à remplacer ces passages à niveaux par des passages en-dessus (*Railroad Gazette*, 7 avril 1899, page 249).

8. — **Le canal de Manchester**. — Pendant le second semestre de 1898, le trafic du canal de Manchester a été suffisant pour permettre de payer les intérêts des obligations de premier et second rang et laisser, en outre, une somme de 434 000 *f*. Durant ce trimestre, il a passé par le canal 1 421 700 *t* de fret payant, contre 1 173 900 dans le semestre correspondant de 1897 et 1 108 600 pour celui de 1896. Le tonnage total de 1898 a atteint 2 600 000 *t* contre 925 700 en 1894, l'année de l'ouverture.

Le produit brut du dernier semestre a été de 3 368 000 *f* et les dépenses de 2 381 000 *f*, ce qui laisse un produit net de 987 000 *f*. Le canal de Bridgewater ajoute à ce produit net un chiffre de 591 000 *f*. Les intérêts sur les obligations de première et seconde série s'élèvent à 1 163 000 *f*; l'excédent dont il a été parlé plut haut a été versé à la Corporation de Manchester, comme intérêts des sommes fournies par elle, acompte sur les intérêts non payés qui s'élèvent à une vingtaine de millions.

Il paraît difficile que l'entreprise arrive jamais à faire face à toutes ses charges financières, malgré le progrès très réel constaté dans le trafic (*Engineering News*, 23 mars 1899, page 177).

9. — **L'Ostende Palace Hôtel**. — Notre Collègue, M. Carez, correspondant de la Société pour la région de l'Aisne, veut bien nous

signaler, à propos de nos articles sur les « Constructions élevées aux États-Unis », l'article suivant de *l'Indépendance Belge*, qui présente de l'intérêt au poiut de vue technique.

Comme suite à l'arrêt rendu par la Cour de cassation, l'affaire de l'Ostende Palace Hotel est venue devant le tribunal de Gand.

Le tribunal a décidé ainsi :

Attendu que le pouvoir judiciaire et le pouvoir administratif sont indépendants l'un de l'autre; que le tribunal n'a pas à rechercher jusqu'à quel point la sécurité publique peut être compromise par l'immeuble en question; que l'administration a jugé souverainement lors de la confection de son règlement sur les bâtiments;

Condamne solidairement D..., propriétaire, et D..., entrepreneur, à enlever la partie de l'hôtel excédant les 21 *m*, dans les six semaines de la signification du jugement, à défaut de quoi la ville d'Ostende est autorisée à faire procéder d'office à la démolition par ses ouvriers aux frais des contrevenants.

On sait que l'Ostende Palace Hotel a une hauteur de 36 *m*.

IIe SECTION

Mécanique et ses applications. Locomotives, machines à vapeur, etc.

10. — **Locomotives express des chemins de fer de l'État français.** — Les chemins de fer de l'État français ont fait construire au Creusot un lot de locomotives express dont voici la disposition générale. Ces machines ont deux essieux accouplés à roues de 2,03 *m* de diamètre distants de 2,70 *m*; le foyer est placé entre ces essieux. A l'avant se trouve un bogie à déplacement transversal, à roues de 0,960 *m* écartées de 2 *m*; l'écartement des essieux extrêmes est de 7,25 *m*. L'essieu à grandes roues d'avant est actionné par deux cylindres de 0,46 *m* de diamètre et 0,650 *m* de course muni de tiroirs cylindriques actionnés par un mécanisme Walschaerts. Il y a des soupapes de rentrée d'air sur les tuyaux d'arrivée de vapeur aux cylindres.

La grille a 2,05 m^2 de surface, le foyer 11,10 m^2 et les tubes Serve de 65 *mm* de diamètre extérieur et 3,582 *m* de longueur entre plaques, 147 m^2, ailettes comprises; total de la surface de chauffe, 158,1 m^2; la pression est de 14 *kg;* le foyer contient une voûte en briques. La chaudière, sauf le foyer en cuivre, est en tôle d'acier doux; les tubes sont également en acier.

Le régulateur à double tiroir vertical est fixé dans un dôme situé sur l'arrière du corps cylindrique. La machine est munie des appareils du frein Wenger employé au chemin de fer de l'État. La boite à fumée est revêtue d'un avant-bec incliné et l'avant de l'abri du personnel porte également une partie en coin. La longueur totale de la machine hors tampons est de 10,30 *m*. Le poids à vide est de 45 600 *kg* et en état de service 50 200 *kg* (*Engineering*, 21 avril 1899, page 515, article illustré).

11. — **Locomotives américaines pour l'Europe.** — Les importantes commandes faites par divers pays de l'Europe en Amérique semblent présager une période de prospérité extraordinaire pour les constructeurs de locomotives des États-Unis.

La Russie a commandé 81 locomotives pour le transsibérien, la Suède 20 machines, les chemins de fer de l'État français 10, le chemin de fer anglais du Midland 30, et le North Eastern du même pays un nombre qui n'est pas indiqué, à quoi il faut joindre 16 locomotives pour l'Egypte. Les Etats-Unis avaient exporté, en 1896, 312 locomotives, en 1897, 348, et en 1898, 580 *(American Engineer and Railroad Gazette*, avril 1899, page 126).

12. — **La plus grande installation de surchauffe du monde.** — Notre collègue M. E. Schwoerer, ingénieur à Colmar, nous informe qu'il a exécuté dans les usines de l' « Aachener Hutten-Actien-Verein Rothe Erde » près Aix-la-Chapelle, une installation de surchauffe qui est la plus grande qui existe actuellement. Toutes les chaudières de cette usine sont munies du surchauffeur Schwoerer.

42 appareils sont placés dans les carneaux de 42 chaudières Cornouailles d'une surface de chauffe collective de 4 400 m^2; en outre, on a monté trois grands surchauffeurs du même système à foyer séparé pour une batterie de 24 chaudières Cornouailles ayant ensemble 2 500 m^2.

Il est très intéressant de constater combien est faible l'abaissement de température dans les conduites de vapeur surchauffée de cette installation. On a reconnu que, sur une conduite de 320 *m* de longueur et 0,600 *m* de diamètre extérieur, desservant un groupe de 24 chaudières, la perte de température n'est que de 25° C., soit 0,078 C. par mètre courant, ou 1° C. pour 13 *m* de conduite.

Des essais minutieux exécutés sur cette installation gigantesque, qui fonctionne jour et nuit depuis trois ans déjà, ont donné une économie de combustible de 15 à 20 0/0.

Les chaudières de la nouvelle aciérie que monte cette usine vont également être munies de surchauffeurs Schwoerer. Il est à noter que la houille ne coûte dans cette région qu'environ 11 *f* rendue à pied d'œuvre.

13. — **Consommation de charbon des machines auxiliaires des bâtiments de guerre.** — Nous avons eu l'occasion d'appeler l'attention sur la consommation considérable des machines auxiliaires des navires de guerre. Sur le croiseur anglais *Argonaut*, la consommation de ces machines a atteint 22 0/0 de la consommation totale, pour les moteurs principaux fonctionnant au cinquième de la puissance normale, soit 3 500 *ch* indiqués.

On va, sur le croiseur semblable *Amphitrite* de 18 000 *ch*, faire une expérience très intéressante dans le but de réduire cette consommation. La décharge des cylindres à vapeur des machines d'alimentation, au lieu d'être évacuée au condenseur, sera envoyée dans les cylindres qui actionnent les pompes de circulation. Dans les premières, à cause de la nature du travail à faire, on emploie peu de détente, la pression

finale de la vapeur reste élevée, et cette pression est toujours suffisante pour actionner les pompes centrifuges. On installera un receiver entre les deux appareils avec une soupape de sûreté. En sortant du second appareil, la vapeur passera au distillateur et non au condenseur.

La décharge des autres machines auxiliaires, ventilateurs, pompes de cale, etc., sera également évacuée au distillateur, de sorte qu'on n'enverra pas du tout de vapeur de la chaudière à cet appareil.

Il sera intéressant de constater l'influence qu'auront sur la dépense du combustible ces dispositions qui doivent être expérimentées dans le courant de ce mois (avril) (*Engineering*, 24 mars 1899, page 390).

14. — **Le combustible liquide dans la marine.** — Le combustible liquide a d'énormes avantages pour la marine, et il est possible que le développement de son emploi n'ait été retardé que par la crainte qu'on a de voir les prix s'élever considérablement dès que la demande deviendra importante.

En pratique, 1 *t* d'huile minérale remplace 2 *t* de charbon ordinaire. Elle ne demande que 40 0/0 de l'espace occupé par 1 *t* de houille. D'après les règlements du Lloyd, l'huile ayant son point d'inflammation à 93° C. peut maintenant être logée dans les water-ballast, d'où il est facile de l'envoyer dans les réservoirs de service qui alimentent les foyers. On peut charger facilement 300 *t* d'huile par heure à bord sans salir le navire.

Pour avoir une combustion complète, il faut pulvériser le liquide avant l'introduction dans le foyer; on le fait habituellement avec de la vapeur, mais, dans le système Kloss décrit par Sir Marcus Samuel devant la Society of Arts, le 15 mars dernier, on se sert d'air comprimé légèrement chauffé; l'huile est elle-même portée à la température de 105° C. L'air est à la pression de 3,5 *kg* par centimètre carré et à la température de 260° C., qu'on obtient en le faisant passer entre des plaques de fonte placées dans les foyers. Sir Marcus Samuel dit qu'on peut actuellement obtenir d'énormes quantités d'huile minérale de Bornéo. L'huile brute qu'on y extrait n'a besoin que d'un traitement peu important pour être employée comme combustible, et elle ne donne aucune odeur. On a installé des réservoirs dans tous les ports principaux de commerce entre Yokohama et Singapore, et le prix de l'huile peut lutter avec celui des charbons d'Orient (*Engineering*, 7 avril 1899, page 461).

15. — **La presse hydraulique de Parkhead.** — Nous avons mentionné dans les Informations techniques de mars, page 496, la presse hydraulique de 12 000 *t* pour forger les plaques de blindages qui existe aux forges de Parkhead et qui est la plus puissante qui existe en Europe. Voici quelques détails sur cet appareil.

Le cylindre de cette presse est en acier au nickel, il a 1,83 *m* de diamètre et pèse 42 *t*. La fondation consiste en un bloc de maçonnerie de briques de 1 300 *t* posé sur un massif de béton de 330 *t*. L'eau sous pression est fournie par 68 pompes à plongeurs de 41 *mm* de diamètre actionnées par 4 groupes de machines compound à condensation ayant des cylindres de 0,533 *m* et 1 092 *m* de diamètre et 0,915 *m* de course.

Le piston de la presse et ses accessoires sont relevés par deux cylindres hydrauliques; la pression est de 1 300 livres par pouce carré, soit 92 *kg* par centimètre carré. (*American Engineer Railroad Journal*, avril 1899, page 108).

16. — **Moteur à gazoline pour la manœuvre d'un pont tournant.** — La Compagnie des moteurs Otto, de Philadelphie, a installé un moteur à gaz de 70 *ch* pour la manœuvre du pont tournant de Hackensack, sur le chemin de fer de l'Erié. Ce moteur remplace une machine à vapeur qui fonctionnait depuis plusieurs années. On lui reprochait les difficultés de son approvisionnement d'eau et de charbon. Le moteur à gazoline fonctionne très bien et d'une manière très économique. Son avantage principal est qu'il peut être mis en marche en une demi-minute, et ne fonctionne que lorsque l'on a besoin de manœuvrer le pont; il ne dépense donc rien en dehors. Avec la machine à vapeur il fallait la tenir en feu 24 heures par jour, alors même que le pont ne devait être tourné que deux fois dans ce laps de temps. Le moteur à gazoline actionne en outre un compresseur d'air pour agir sur les coins de calage du pont. (*Railroad Gazette*, 7 avril 1899, p. 249).

17. — **Coussinets à roulement.** — Une commission technique de l'Institut de Franklin a expérimenté récemment des coussinets à roulement du système Hyatt, et en a obtenu des résultats remarquables. La particularité de ce système consiste en ce que les rouleaux, au lieu d'être des cylindres pleins comme à l'ordinaire, sont constitués par une bande d'acier enroulée en hélice, de manière à avoir un certain degré d'élasticité tant dans le sens de la longueur que dans celui du diamètre.

Les essais portaient sur la résistance relative au roulement des cylindres pleins et des cylindres élastiques. Les deux espèces avaient 0,25 *m* de longueur et 20 *mm* de diamètre. On en employait quatre à la fois. Avec des plaques polies entre lesquelles les rouleaux étaient interposés, on a trouvé que la résistance était avec les rouleaux élastiques de 48 0/0 de la résistance avec les rouleaux pleins; avec des plaques brutes le rapport était de 77 0/0 (*Engineering*, 31 mars 1899, p. 425).

18. — **Machines routières.** — La Compagnie O. S. Kelly, de Springfiel O., vient de construire pour Cuba des machines routières qui présentent quelques dispositions nouvelles. Une de ces machines est dite avoir remorqué sur le sol naturel du pays une charge utile de 60 *t* à la vitesse de 8 *km* à l'heure. Ce modèle a trois cylindres à haute pression placés sur la chaudière, lesquels actionnent les roues par un seul réducteur de vitesse. Les roues sont formées de disques en tôle d'acier découpés pour former les rayons et bordés de cornières circulaires en fer sur lesquelles s'assemblent par rivets des bandages de grande largeur. Les rayons des deux disques qui forment les roues sont réunis par des entretoises en tôle, doubles pour les roues motrices; les roues d'avant ayant des entretoises formées d'une seule feuille de tôle. (*Engineering News*, 6 avril 1899, p. 209).

IIIe SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, Sondages, etc.

19. — **Richesses minérales de Port-Arthur.** — On vient d'achever l'exploration au point de vue des gisements aurifères de la presqu'île de Koantoum, et les travaux donnent la promesse de richesses considérables. Presque partout dans le territoire cédé à la Russie, on trouve de l'or; celui-ci se rencontre sous trois aspects: en alluvions, en filons et en sables sous-marins.

1° Près de Bi-Dzé-vo, on a trouvé des filons de quartz, avec or visible.

2° Près de Tsintchaou, on a trouvé des placers extrêmement riches.

3° Enfin à 8 verstes au sud de Port-Arthur, on a trouvé, dans des placers déjà travaillés par les Chinois, des veines puissantes sans or visible et des sables sous-marins aurifères qui sont la continuation des placers. Un essai de ces derniers accuse une teneur de plus de 4 *g* au mètre cube. Ces placers terrestres ou sous-marins se distinguent par la dimension des particules d'or, on a rencontré des pépites pesant plusieurs « zolotniki » (1 zol *l* = 4,26 *g*).

On trouve également ces sables aurifères sous-marins au sud-ouest de la chaine du Liao-do-Chan, de l'autre côté de la baie de Port-Arthur.

En dehors de ces richesses en or, il y a dans la baie de Talien-Wan de grands marais salants pour l'affermage desquels les Chinois offrent plus de 50 000 roubles par an. (Extrait du *Messager de Sibérie* et communiqué par M. R. de Batz).

20. — **La houille dans l'Inde.** — La production de la houille dans l'Inde va toujours en augmentant. En 1887 l'extraction n'était que de 1 388 000 *t*; en 1896 elle s'est élevée à 3 540 000. C'est le Bengale qui est le centre principal de production de la houille; il figure, en 1896, pour 79 0/0 dans le total. Mais on trouve aussi la houille dans le Nizam, l'Assam et quelques-unes des provinces du centre.

Le charbon du Bengale est loin de valoir le charbon anglais, mais il est très bon marché et on l'emploie beaucoup dans le pays, surtout à Calcutta. Les gisements du Bengale ont une grande étendue et une importance considérable. On estime que les houillères de Ronigurg et de Barakos, qui sont à 200 *km* de Calcutta, contiennent 14 milliards de tonnes, celles de Kurampara 9 milliards, celles de Bokuro un milliard et demi, et celles de Djherria un demi-milliard. Les méthodes d'exploitation sont encore très primitives, mais lorsqu'elles seront améliorées, l'Inde pourra être un des grands pays de production de houille du monde (*Engineering*, 31 mars 1899, p. 425).

21. — **Traitement de la tourbe.** — Un ingénieur allemand, M. E. Springborn, a proposé un traitement de la tourbe basé sur les principes suivants. La tourbe brute est mêlée avec certains composés chimiques; la masse est chauffée en vase clos à une température de

200° environ; l'eau et les parties volatiles sont chassées et il reste une substance charbonneuse compacte. On recueille les huiles; de 1 *t* de tourbe brute, on obtient 300 *kg* de charbon, 200 d'huile, etc., et 50 0/0 d'eau. Le coût des substances ajoutées à la tourbe ne représente que le sixième du prix de cette matière qui n'est que de 6 50 *f* la tonne. Les huiles et liquides obtenus représentent plus que le prix de la manipulation.

M. Springborn dit que le charbon ainsi produit est applicable à tous les usages pour lesquels on emploie la houille, et il a l'avantage de ne produire aucun mâchefer et très peu de cendres; il ne donne pas de fumée, ne contient pas de soufre et n'attaque pas le fer. Enfin il tient moins de place que la houille. Les essais qui ont amené à ces conclusions ont été faits dans le Sud du Pays de Galles (*Iron and Coal Trades Review*, 14 avril 1899, p. 633).

22. — **Emploi de l'acide carbonique liquide contre les incendies intérieurs dans les houillères.** — Dans un mémoire lu devant un Congrès d'Ingénieurs de mines, à Sheffield, le 24 mars dernier, M. G. Spencer a cité l'emploi de l'acide carbonique liquide pour l'extinction d'un incendie intérieur dans une houillère. Cet incendie avait éclaté dans une galerie par suite de la chute du toit sur des tuyaux de vapeur. On établit un barrage le plus vite possible, mais tous les efforts pour empêcher l'accès de l'air ne purent empêcher le feu de se propager lentement. On résolut de recourir à l'acide carbonique liquide; dans ce but on mit six réservoirs de ce gaz en communication avec un tuyau de 50 *mm* et des branchements de 20 *mm* placés à des intervalles de 0,30 *m* formant une sorte de peigne qu'on introduisit par un trou pratiqué dans le barrage, et on laissa le gaz s'écouler. Peu à peu l'élévation de température diminua et ne tarda pas à disparaître entièrement.

Les cylindres ou récipients en acier étiré contenaient 13,6 *kg* d'acide carbonique à la pression de 36 *kg* par centimètre carré à la température de 0° C.; à celle de 10° C., la pression aurait été de 47 *kg*. Un kilo d'acide liquide produit à la pression atmosphérique 550 *l* de gaz. Le liquide coûte 0,40 *f* le kilogramme par quantités de plus de 100 *kg*, soit 8 récipients comme ceux dont il s'agit. D'après le professeur Clowes, l'air contenant 15 0/0 d'acide carbonique éteint la flamme et est probablement impropre à entretenir la combustion des matières qui brûlent dans les incendies intérieurs des houillères. (*Iron and Coal Trades Review*, 31 mars 1899, page 555.)

23. — **Machines soufflantes pour hauts fourneaux.** — La Société Alsacienne de Constructions mécaniques vient d'exécuter, dans ses ateliers de Mulhouse, des machines soufflantes pour l'usine Krupp à Rheinhausen, machines qui peuvent compter parmi les plus puissantes du genre et qui se distinguent par des particularités intéressantes.

Chaque appareil se compose de deux machines verticales avec l'arbre en dessous, actionnant des manivelles placées aux deux extrémités de

cet arbre. Les cylindres à vapeur sont à la partie supérieure ayant au-dessus d'eux les cylindres soufflants avec tige commune.

Une des machines a le cylindre à haute pression, l'autre le cylindre à basse pression ; les manivelles sont à 90°.

Les dimensions principales sont :

Diamètre cylindres à haute pression	1 200 *m*
— — à basse —	1 870
— — soufflant	2 000
Course commune	1 500
Nombre de tours normal par minute	25 à 30

Les cylindres à vapeur ont des distributions par organes Corliss avec déclic pour l'admission.

Les cylindres soufflants ont des soupapes d'aspiration et de refoulement disposées d'une manière spéciale. Ces soupapes se composent d'une grille appliquée sur les lumières des cylindres et comportent cinq soupapes à disque très légères portant sur des sièges formés de pièces évidées et toutes maintenues par un seul boulon central, ce qui rend le montage et le démontage extrêmement faciles. On obtient ainsi une surface de passage qui atteint pour l'aspiration 1/7,5 de la surface du piston et pour le refoulement 1/12,5. Il en résulte qu'à 25 tours par minute les vitesses de l'air ne sont que de 9,5 *m* par seconde pour l'aspiration et 15,5 pour le refoulement et à 30 tours 19 et 31.

Il y a 8 appareils doubles de ce genre.

Les constructeurs garantissent une dépense de vapeur de 7 à 7,5 *kg* de vapeur par cheval indiqué et par heure avec une pression de vapeur de 9 *atm* et une pression d'air de 0,7 *atm*.

Une expérience de réception de 8 h. consécutives a donné une dépense de 6,14 *kg* de vapeur par cheval indiqué, y compris la vapeur condensée dans les enveloppes pour 936,75 *ch* indiqués, développés en moyenne, avec 8,75 et 9 *atm* de pression de vapeur et 40 à 42 *cm* de mercure pour la pression du vent. (*Zeitschrift des Vereines Deutsche-Ingenieure*, 15 avril 1899, page 406, article illustré.)

24. — **Appareil pour épurer les gaz des hauts fourneaux.** — Un de nos Collègues, qui désire ne pas être nommé, nous communique les renseignements suivants sur un appareil pour épurer les gaz des hauts fourneaux, étudié par lui.

Cet appareil ne peut être mieux comparé qu'à un grand flacon laveur du genre de ceux qu'on emploie dans les laboratoires de chimie. Il se compose d'une cloche munie en haut d'un tuyau permettant aux gaz de s'échapper pour aller aux appareils à air chaud et aux chaudières.

Cette cloche plonge en partie dans de l'eau courante, les gaz arrivent au-dessous de la cloche et traversent une couche d'eau tranquille où ils se dépouillent de leurs poussières, qui vont se déposer au fond du bassin et de là sont entraînées par l'eau courante.

Les gaz des hauts fourneaux sont composés d'un mélange d'acide carbonique, d'oxyde de carbone, d'hydrogène et d'azote ; ce dernier et l'acide carbonique sont solubles dans l'eau ; les gaz se sont dépouillés,

en même temps que de leurs poussières, d'une certaine quantité d'azote et d'acide carbonique, qui nuisent tous les deux à la combustion dans les divers appareils qu'ils doivent chauffer.

Les gaz ainsi épurés ont entraîné avec eux une certaine quantité de vapeur d'eau que l'on pourrait laisser déposer dans un autre épurateur, semblable à ceux que l'on emploie pour la vapeur.

L'auteur a fait l'application de ce principe à un petit appareil avec lequel il a chauffé le moufle d'un laboratoire à une température telle qu'il lui a été possible de faire calciner de la silice.

25. — **L'Électrométallurgie.** — Notre Collègue M. P. Chalon vient de publier une intéressante revue de l'état actuel de l'électrométallurgie ; en voici quelques extraits :

L'électrolyse des minerais de cuivre reste encore indécise ; au contraire, celle des cuivres contenant des métaux précieux est appliquée dans 11 usines aux États-Unis, 5 en Allemagne, 5 en Angleterre, 4 en France, 2 en Russie.

Dans l'usine la plus importante, qui est celle de la Baltimore Copper Smelting and Rolling C°, raffinant 100 *t* de cuivre par jour, la dépense par tonne de métal produit est de 40 à 60 *f*, non compris les frais généraux.

D'autres usines américaines pratiquent le raffinage électrolytique du nickel ; l'une d'elles, la Canadian Copper C°, emploie comme anodes des mattes contenant 43 0/0 de cuivre et 40 0/0 de nickel. On transforme en sulfate ; on précipite d'abord le cuivre, puis le nickel.

Relativement au zinc, trois procédés ont été appliqués industriellement :

1° Procédé Siemens et Halske (électrolyse du sulfite) ;

2° Procédé Hoeffner, appliqué à l'usine anglaise Brunner and Mond (électrolyse du chlorure) ;

3° Procédé Ashcroft (électrolyse d'une solution de sulfate préalablement purifiée) ; appliqué aux sulfurés de Broken-Hill, dans une usine pouvant traiter 1 000 *t* de minerais par semaine. Le rendement en zinc et plomb est de 75 0/0.

Pour l'affinage des alliages d'or et d'argent, le procédé Mœbins, appliqué dès 1884 en Allemagne, donne des résultats véritablement industriels.

Quant aux solutions aurifères provenant de la cyanuration, on en extrait le métal précieux par le procédé électrolytique de Siemens et Halske d'une façon plus avantageuse que par le zinc. Aussi, en 1898, 13 usines du Transvaal employaient, non seulement pour leurs tailings, mais aussi pour leurs slimes, l'électrolyse et 12 étaient en installation. Une usine traite en général 100 *t* de solutions cyanurées en 24 heures. (P. Chalon, *Revue Universelle des Mines, etc.*, tome XLV, 1899, page 221.)

P. J.

26. — **Les propriétés de l'aluminium.** — Dans le bulletin précédent ont été publiés des extraits d'un travail de M. Ditte sur les propriétés de l'aluminium, dont il avait parlé à la séance du 27 mars de l'Académie des Sciences. Dans celle du 10 avril, M. Moissan s'est à son

tour occupé des applications de l'aluminium au sujet desquelles, sur plusieurs points, il diffère d'avis avec son collègue de l'Institut. Il a rappelé que les deux usines de M. Hérault et de M. Secrétan, qui a perfectionné le procédé Hall, ont produit un métal de plus en plus pur.

Au point de vue du matériel en aluminium qui a servi à Madagascar, M. Moissan dit qu'il a vu des objets de petit équipement revenus en bon état. Il faut d'ailleurs étudier ceux-ci comparativement avec les objets similaires en fer étamé; or, ils sont plus légers, ne présentent pas les dangers d'empoisonnement accidentels par le plomb et peuvent être estampés et par suite sans soudure. M. Moissan cite ensuite des exemples d'emploi de l'aluminium aux usages domestiques ; il conclut qu'on a eu tort de parler aussi bien du « métal de l'avenir » que du « métal de la déception », et que l'aluminium pourra rendre de grands services quand il sera devenu usuel.

M. Ditte est revenu sur cette question (séance du 17 avril); il a fait remarquer que les objets en aluminium servant aux usages domestiques peuvent être protégés par une légère couche de graisse, mais que celle-ci présente des inconvénients au point de vue de l'hygiène et de la propreté. Pour enlever cette couche, il faut se servir de solutions alcalines qui attaquent vivement le métal. D'ailleurs, M. Ditte reconnait les qualités de l'aluminium et l'avantage que présente pour le soldat le bidon-gourde en aluminium sur le bidon en fer étamé. Il pense que le nettoyage mécanique des objets en aluminium donnerait des résultats meilleurs si, à l'intérieur comme à l'extérieur des vases, il était possible d'éviter dans leur fabrication les angles presque vifs, les plaquettes des rivets, les parties repliées, les bourrelets circulaires des bords ; d'autre part, pour atténuer les actions électriques, il faudrait pour un même objet n'employer qu'un même alliage (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, loc. cit.). P. J.

IVe SECTION

Physique, Chimie industrielle, Divers, etc.

27. — **Questions de filtrage.** — Le numéro du 20 avril de la *Revue d'Hygiène* rend compte de la présentation faite à la Société de Médecine publique et d'hygiène professionnelle du *filtre dégrossisseur* Armand Puech, imaginé par cet industriel, Membre de notre Société, lequel filtre est employé avec succès depuis huit années à sa manufacture de draps de Mazamet (Tarn), pour l'épuration des eaux de fabrique très chargées de souillures de toute sorte.

C'est un procédé de filtrage rationnel et méthodique sur des couches de gravier de grosseurs graduées ; les eaux à clarifier traversent successivement ces couches en abandonnant d'abord les plus grosses impuretés, puis les plus petites, enfin les matières les plus ténues. Le nettoyage de ce filtre se fait sur place et très facilement, grâce à la bonne disposition de l'appareil. Les couches de gravier reposent sur des planchers en tôles perforées de trous en rapport avec les grains des éléments adoptés dans chaque compartiment ou couloir.

Quand il en est besoin, deux ouvriers, sur le filtre même et sans déplacement des matériaux, effectuent le nettoyage par une manœuvre très simple, analogue à une opération de jardinage. Des clapets et registres judicieusement disposés à l'entrée et à la sortie des couloirs filtrants assurent la répartition de l'eau à clarifier, le départ de l'eau filtrée et l'envoi à l'extérieur des eaux troubles et des boues provenant des nettoyages.

L'application de ce système a été faite par la Compagnie Générale des Eaux à Nice, par la Ville de Paris à l'un des deux filtres d'Ivry, pour remplacer un des bassins de décantation. Elle le sera prochainement à Bayonne. Ce filtre est à l'étude dans plusieurs villes et fait l'objet des préoccupations techniques de trois des huit Compagnies qui distribuent l'eau à Londres et qui sont loin d'avoir complète satisfaction avec les procédés actuels.

Une autre indication intéressante pour le filtrage concerne l'*épuration des eaux ferrugineuses*.

Quand on se trouve en présence de telles eaux, on emploie, en général, la chaux en solution et les procédés de traitement qui en découlent, mais la dépense est presque toujours élevée, ainsi que les frais d'exploitation.

Il paraît que, depuis deux ou trois ans, on se trouve bien à Utrecht, où les eaux sont de cette nature, d'un filtre composé de bois déchiqueté imprégné d'un composé d'oxyde d'étain, que l'on dispose dans de grandes cuves de 2,50 *m* de hauteur et 1,25 *m* de diamètre, alignées en nombre suffisant.

La *Technologie sanitaire* cite ce procédé comme devant être employé dans le projet d'amélioration du service des eaux de Gand. Son inventeur, M. Van der Einde, affirme que l'épuration de l'eau ne coûterait, en dehors des frais d'installation, que 1 centime par mètre cube.

28. — **L'acide carbonique dans les eaux.** — L'action de l'acide carbonique en dissolution dans l'eau sur les tuyaux en fonte a été mise en lumière dans deux cas rapportés dans le *Stahl und Eisen*. Le premier cas s'est produit près de Beuthen, en Silésie, sur une conduite reliant une machine élévatoire à un réservoir. Au bout de deux années de service, les tuyaux commencèrent à fuir et on les trouva, après examen, profondément piqués sur le tiers supérieur de la circonférence ; le reste étant intact. La fonte était de qualité courante. Le second cas a été observé à Saint-Jean sur Sarre, près Saarbruck ; l'eau, douce et pure, provenait du calcaire carbonifère du district. Au bout de quelque temps, on constata que l'eau de la conduite était d'un brun sale et impropre à la consommation, bien que l'origine fût toujours la même. A l'examen, on trouva que l'eau était saturée d'acide carbonique à raison de 126 cm^3 par litre, à l'état libre ou de bicarbonate. On a essayé sans succès d'enlever le gaz par aération (*Engineering News*, 23 mars 1899, page 177).

29. — **Thermomètre à mercure pour les hautes températures.** — On sait que le thermomètre à mercure ne donne plus d'indications bien exactes aux températures voisines du point d'ébullition

de ce métal, qui se trouve à 357° C, et qu'on a réussi à faire des thermomètres indiquant des températures plus élevées en soumettant la colonne de mercure à l'action d'azote comprimé à 20 *atm*, en employant d'ailleurs pour la confection de l'instrument du verre peu fusible.

D'après le professeur W. Niehls, de Berlin, le verre préparé par le Dr Schott, d'Iéna, dont la dureté correspond à 8°, supporte une pression de 30 *atm* et, d'après des essais faits au laboratoire de Charlottenbourg, ne se ramollit qu'à près de 600° C, et peut être employé jusqu'à 575° en donnant encore des indications exactes.

Le professeur Niehls a observé que l'azote employé jusqu'ici pour maintenir le mercure liquide ne donne plus de bons résultats au-dessus de 360°, et qu'il est préférable d'employer l'acide carbonique comprimé à 30 *atm* et provenant d'un récipient en communication avec le thermomètre et contenant de l'acide carbonique liquide (*Industria*, 16 avril 1899, p. 253).

30. — **Nettoyage par l'air comprimé.** — On fait depuis quelque temps une curieuse application de l'air comprimé dans les constructions élevées à usages de bureaux à New-York. Beaucoup de ces édifices ont les murs de leurs cages d'ascenseurs cachés par des treillages plus ou moins ornementés, généralement en bronze, présentant une grande surface et des angles où la poussière se loge facilement ; au bout d'une semaine, l'aspect de ces objets devient très peu agréable à la vue.

On emploie, pour enlever cette poussière, des jets d'air comprimé. Au bâtiment connu sous le nom de Dun Building, à New-York, on a fait une installation consistant en un réseau de conduits d'air comprimé avec des robinets partout où c'est nécessaire. On ajuste sur ces robinets des tuyaux flexibles terminés par une lance de manière à pouvoir porter le jet d'air où on le désire (*Engineering Record*, 1er avril 1899, page 409).

31. — **Préparation artificielle de l'indigo.** — Nous trouvons dans un article de M. Aimé Pictet, professeur à l'Université de Genève, sur les progrès de la chimie en 1898, paru dans la *Suisse Universitaire*, les renseignements suivants sur une question particulièrement intéressante pour les industries de la teinture et de l'impression.

Dans toutes les synthèses organiques qui doivent recevoir une application industrielle, les conditions économiques jouent un rôle prépondérant. Combien de produits ont déjà été obtenus artificiellement dans des laboratoires qui n'attendent, pour être fabriqués en grand, que les perfectionnements de préparation qui, seuls, leur permettront, en abaissant leur prix de revient, de lutter avantageusement avec les produits naturels. On a eu, cette année, un nouvel exemple de ce fait dans la question, depuis si longtemps pendante, de la *fabrication de l'indigo*. La première synthèse de ce colorant date de 1874. Depuis cette époque, de nombreux procédés de fabrication avaient été découverts, d'abord par M. de Baeyer, à Munich, en dernier lieu par M. Heumann, à Zurich, mais aucun d'eux ne permettait de livrer l'indigo artificiel à un prix inférieur à celui de l'indigo naturel. Ce n'est que tout récemment que a *Badische-Anilin-und Sodafabrik*, à Ludwigshafen, est parvenue à ré-

soudre le problème. Grâce à une modification essentielle apportée à la préparation d'un produit intermédiaire, elle est arrivée, en partant de la naphtaline, c'est-à-dire de l'un des hydrocarbures du goudron, et en utilisant le procédé Heumann, à obtenir l'indigo dans des conditions économiques satisfaisantes. On peut donc considérer, dès à présent, la fabrication de cette importante matière colorante comme entrée définitivement dans le domaine industriel (*Moniteur de l'Industrie et de la Construction*, 15 avril 1899, page 22).

32. — **Prix Daniel Colladon.** — La classe d'Industrie et de Commerce de la Société des Arts de Genève décernera, s'il y a lieu, en mai 1901, le prix fondé par Daniel Colladon, en faveur d'un mémoire traitant d'un sujet intéressant l'industrie genevoise.

Ce prix, qui est décerné tous les quatre ans, consiste, en 1901, en une somme de *huit cents francs.*

Le sujet pour 1901 consiste en une étude sur les industries qui pourraient être introduites ou développées à Genève et dont le pays fournit le principal facteur d'exploitation (p. e. matière première, force motrice, énergie électrique, main-d'œuvre, emplacement).

L'étude devra s'appuyer sur des chiffres justifiant que les industries qui en font l'objet rentrent bien dans le cadre du sujet imposé et indiquer, autant que possible, les sources consultées.

Aucune distinction de nationalité n'étant faite pour ce concours, Suisses et étrangers peuvent y prendre part.

Les mémoires devront être remis au plus tard le 31 décembre 1900, avant midi, à l'Athénée, à Genève, à l'adresse du Président de la Classe d'Industrie et de Commerce de la Société des Arts (*Moniteur de l'Industrie et de la Construction*, 15 avril 1899, page 26).

33. — **Verre avec treillis métallique.** — Nous devons à l'obligeance de notre Collègue M. L. Périssé la communication d'intéressants documents sur de nouvelles applications du verre avec treillis métallique fabriqué par la Société, ci-devant Fried.-Siemens, à Neusattl près Elbogen, Bohême.

On sait que ce verre est caractérisé par l'insertion dans son épaisseur d'un treillis de fil de fer métallique; ce mode de fabrication augmente considérablement la résistance du verre et a surtout le très grand avantage de retenir les fragments en cas de rupture par suite d'un choc violent ou autre cause.

Des expériences faites au laboratoire de mécanique de l'université, à Dresde et rapportées dans le *Civil Ingenieur*, ont fait reconnaître que, par exemple, une feuille de verre de 0,50 *m* $\times$ 0,50 *m* et 10 *mm* d'épaisseur, chargée au milieu se brise sous une charge de 156 *kg*, pour le verre ordinaire et de 227 *kg* pour le verre armé. Pour les mêmes dimensions, avec une charge uniformément répartie, les chiffres proportionnels sont 44 et 90 *kg*.

Les applications principales étaient jusqu'ici les toitures et les planchers; une récente est l'emploi de ce verre pour les disques de signaux de chemins de fer, lequel supprime entièrement une cause d'accidents

graves, le verre d'un disque pouvant être brisé sans qu'on le sache, au moment où on fait le signal, tandis qu'avec le verre armé, le verre, même s'il était cassé, resterait en place. On peut signaler aussi les verres protecteurs pour niveau d'eau de chaudière dont la résistance est très supérieure à celle des tubes ordinaires et qui ne peuvent, en cas de rupture, pas donner d'éclats dangereux pour le personnel, des tuiles en verre, des lettres en verres estampé pour inscription dans les gares et bâtiments d'administration, etc.

34. — **Trafic du Port de Gênes.** — Le mouvement commercial de port de Gênes a éprouvé une augmentation très importante dans le premier trimestre de cette année. L'acroissement porte surtout sur le trafic à l'importation des charbons et des cotons. On a débarqué, dans les trois premiers mois de 1899, à Gênes, 641 563 *t* de houille, soit une augmentation de 112 000 *t* sur le trimestre correspondant de 1898, et 183 380 balles de coton, soit 36 000 de plus que dans les trois premiers mois de l'année précédente. Les voies ferrées du port ont participé à cette augmentation de trafic, car elles ont expédié de Gênes 75 864 wagons contre 68 690 dans la période correspondante de 1898 (*Industria*, 16 avril 1899, page 253).

35. — **La fabrication électrolytique de l'oxygène et de l'hydrogène.** — MM. Hammerschmidt et Hess ont publié dans le *Chemiker Zeitung*, une étude sur la fabrication électrolytique de l'oxygène et de l'hydrogène où ils ont fait l'exposé de cette question en même temps que publié quelques résultats originaux.

Les procédés divers se divisent en plusieurs catégories : 1° dégagement simultané, mais séparé des deux gaz, grâce à des dispositifs spéciaux; 2° dégagement de l'oxygène seul, en évitant le dégagement de l'hydrogène, soit au moyen d'électrodes dépolarisantes, soit par l'emploi comme électrolytes de sels qui abandonnent leur métal à la cathode. Ces procédés économisent l'énergie électrique, mais nécessitent des manipulations difficiles. Aussi emploie-t-on, en général, la production simultanée, mais séparée, des deux gaz, en partant de solutions alcalines. Les premières applications ont été faites en 1885, par M. d'Arsonval.

Industriellement on emploie les appareils de l' « Elektricitäts-Actien-Gesellchaft » (Schuckert et Cie). Ces appareils marchent avec des courants de 200 ampères et 2,7 - 2,8 volts ou avec 300 ampères et 3,2 - 3,3 volts. La température de 60° est maintenue par la chaleur même du courant. L'électrolyte est formée de soude; les seuls matériaux employés sont le fer et l'ébonite. Il faut environ 90 *ch* pour produire en 24 heures 100 m^3 d'oxygène et 200 m^3 d'hydrogène.

Le prix de revient de 1 m^3 d'oxygène et de 2 m^3 d'hydrogène est, sans tenir compte des intérêts, de 1,66 *f*, tandis qu'un seul mètre cube d'hydrogène préparé par voie chimique coûte 2,62 *f* (*Moniteur scientifique du Dr Quesneville*, février 1899, page 135). P. J.

36. — **L'oxygène contenu dans l'acier.** — La revue *Stahl und Eisen* publie une étude d'un chimiste russe, M. Romanoff, sur l'oxy-

gène contenu dans l'acier ; ce travail est suivi d'observations de M. Ledebur.

L'éminent professeur de Freiberg y rappelle ses recherches et ses opinions antérieures. Il pense que, non seulement l'oxygène se trouve à l'état d'oxyde de fer, mais que l'oxyde de manganèse peut, en partie, se dissoudre dans le métal. Il conserve pleine confiance dans le procédé de dosage qu'il a indiqué, et croit nécessaire de porter au rouge le fer dans un courant d'azote avant de le chauffer au blanc, dans l'hydrogène, pour obtenir de l'eau. Quant à la teneur en oxygène, au-dessous de 0,1 0/0, elle lui parait peu nuisible pour le laminage ; à teneur égale l'oxygène gêne moins que le soufre. On peut souhaiter que l'on trouve un procédé certain pour déterminer l'oxygène total contenu dans le fer (*Stahl und Eisen*, 15 mars 1899, p. 265). P. J.

37. — **L'électrochimie aux chutes du Niagara.** — Quel est le développement de l'industrie électrochimique aux chutes du Niagara? C'est ce que nous apprend notre Collègue, M. Marcel Delmas dans ses *Notes de Voyage en Amérique*.

Le territoire des chutes du Niagara est très favorisé au point de vue de l'industrie électrochimique, car les transports sont très économiques et des centres industriels importants sont à proximité. L'énergie électrique y est vendue 100 *f* le cheval-an.

La Compagnie qui fabrique le carbure de calcium se serait abonnée pour 4 000 *ch*. On peut admettre qu'elle pourra produire le carbure, tous frais compris, au prix de 180 à 200 *f* la tonne, et par suite le vendre en Europe, douane acquittée, 390 à 400 *f*. Elle garantit, par contrat, le nombre de litres d'acétylène produit. Il semble impossible d'abaisser le prix de la tonne nue sur wagon, aux usines de production, au-dessous de 150 *f*.

L'aluminium est fabriqué par la Pittsburg Reduction C° dans deux usines, dont l'une de 3 000 *ch*, doit être augmentée.

La production des deux usines est de 4 *t* par jour, ce qui correspond à une production annuelle de 5 à 6 millions de francs. La situation de cette Compagnie passe pour devenir favorable.

La Compagnie « Mathieson Alkali », qui fabrique la soude électrolytique, est prospère. Elle emploie le procédé Kastner Kellner ; elle a un abonnement de 2 000 *ch*.

Le carborundum est fabriqué dans une usine qui doit porter l'énergie électrique qu'elle consomme de 2 000 à 4 000 *ch*. Le carborundum se vend de 1 à 5 *f* le kilogramme ; en 1898, son prix moyen a été de 3,40 *f*; la production a été de 539 *t*, correspondant à 1 800 000 *f*.

Marcel Delmas : l'électricité en Amérique, *Génie Civil*, n° 25, 22 avril 1899, tome XXXIV. P. J.

V° SECTION

Électricité.

38. — **Indicateur de fin de charge et de décharge des accumulateurs électriques.** — Notre Collègue, M. Fiévé, Ingé-

nieur-électricien de la maison L. Callaud, à Nantes, veut bien nous signaler un appareil qu'il a créé pour indiquer les fins de charge et de décharge des accumulateurs électriques à poste fixe.

Cet appareil se compose de deux parties : l'indicateur proprement dit et le flotteur. Ce dernier est formé de trois cylindres en verre soudés les uns à côté des autres, la partie du milieu portant une petite tige terminée par un crochet également en verre. Ce plongeur a toujours la hauteur totale du plongeur de l'accumulateur, de façon à prendre toutes les densités du liquide, car la densité de celui-ci varie dans la hauteur et d'une façon très sensible pour très peu de hauteur. Le plongeur est relié à l'appareil indicateur par une tige rigide en aluminium.

Cette tige s'attache à un bras tournant autour d'un axe portant une roue dentée et un autre bras avec un contrepoids ; cette roue actionne un pignon dont l'axe porte une aiguille qui se déplace sur un cadran gradué de 0 à 100. L'appareil est réglé au moyen du contrepoids dont il vient d'être question. Le déplacenent de l'aiguille entre 0 et 100 donne les indications sur la charge et la décharge des accumulateurs.

Les ampèremètres enregistreurs donnent des indications inexactes, pour ce qui est de la charge et de la décharge dss accumulateurs, parce qu'ils ne peuvent tenir compte de la perte locale de la batterie ; de plus, ils n'enregistrent que le courant qui les traverse et, en cas de surcharge, ce qui est nécessaire parfois pour l'entretien de la batterie, ils enregistrent toujours.

Au contraire, l'appareil que nous venons de décrire ne monte plus lorsque la charge est complète, car la densité du liquide n'augmente plus ; l'aiguille reste stationnaire, ce qui rend facile l'indication de la surcharge que l'on veut donner à la batterie en continuant à charger quelque temps après l'arrêt de l'aiguille.

39. — **Incendies à grande distance.** — La chute d'un arbre survenue récemment à Dunbury, Conn., Etats-Unis, a été la cause de deux incendies, à une assez grande distance, et de l'arrêt temporaire de la circulation sur la ligne électrique de Dunbury à Bethel.

L'arbre, en tombant, a entraîné avec lui des fils télégraphiques qu'il a mis en contact avec le fil conducteur du tramway. Le courant à haute tension circulant dans ce dernier a mis, à Pound Ridge, à 30 *km* de Dunbury, le feu au tableau du télégraphe ; de là, il a continué sa route jusqu'à New-York, où il a incendié le tableau d'un bureau télégraphique.

Les deux incendies ont d'ailleurs été rapidement éteints sans avoir causé de dommages sérieux.

La circulation n'a été arrêtée qu'une heure sur le tramway électrique (*Electrical World and Electrical Engineer*, 8 avril 1899, page 443).

40. — **Incendie de voitures de tramways électriques.** — Ces jours-ci un car de la ligne électrique de Lenox Avenue, à New-York, a pris feu et a brûlé entièrement, et un car de la ligne électrique souterraine de la Sixième Avenue a éprouvé le même accident. Il semble que c'est là une éventualité dont il y a lieu de tenir compte dans une

certaine mesure. Heureusement, il n'y a pas eu de victimes dans ces deux cas, mais il aurait pu en être autrement si les voitures avaient été bondées de voyageurs. On se demande s'il ne serait pas utile de mettre, sur les cars électriques, des extincteurs comme on en place sur divers tramways à vapeur et sur la ligne du Pont de Brooklyn (*Scientific American*, 8 avril 1899, page 216).

41. — **Démontage d'un coffre-fort.** — On a employé récemment, pour le démontage d'une caisse de sûreté, à la banque Lafayette, à Cincinnati, une méthode originale, sous la direction de M. James E. Stacey. La caisse avait été construite il y a trente-cinq ans avec des plaques d'acier de 50 *mm* d'épaisseur, assemblées par des vis dont on avait ensuite coupé les têtes pour rendre le démontage impossible. Pour arriver à l'effectuer, on a amené dans la pièce le courant d'une lampe à arc, on l'a fait passer dans une tige de cuivre de 25 *mm* de diamètre, munie d'une poignée en caoutchouc durci et d'une extrémité en charbon.

En établissant le circuit, on a fait rougir le charbon qui, amené au contact de la vis en acier, l'a fondue de manière à pratiquer, en une minute, un trou de 12 à 15 *mm* de profondeur. On s'est d'abord servi d'un courant alternatif de 50 volts et 225 ampères, qui a percé en deux minutes un trou dans la plaque d'acier dur à ressorts de 50 *mm* d'épaisseur. Après, on a employé un courant continu de 220 volts et un charbon de 37 *mm* de diamètre. On a percé alors le trou en 55 secondes (*Engineering Record*, 31 décembre 1898, page 105).

42. — **La distribution de l'énergie électrique à Neuilly-sur-Seine.** — Dans sa séance du 25 février dernier le Conseil municipal a accordé à la Société Mildé, la concession exclusive de poser des câbles sous les voies du territoire de Neuilly aux conditions principales suivantes :

Durée de la concession 28 ans.

Distribution de l'éclairage électrique en courant continu; prix maximum de l'énergie électrique pour l'éclairage des particuliers 0,10 *f* l'hectowatt-heure.

Pour l'éclairage de la commune 0,05 *f* l'hectowatt-heure.

Prix maximum pour la force motrice employée aux usages domestiques, à la cuisine, au chauffage, aux ventilateurs et aux automobiles privées, pouvant être abaissé jusqu'à 0,03 *f* suivant l'importance de la consommation, 0,06 *f* l'hectowatt-heure.

Éclairage municipal 0,05 *f*. l'hectowatt-heure.

Foyers à arc de 15 ampères sous 50 volts 0,325 *f* par heure.

—	10	—	0,275	—
—	6	—	0,245	—

G. B.

43. — **Télégraphie sans fil entre la France et l'Angleterre.** — C'est le 27 mars 1899 qu'a été échangée la première dépêche télégraphique sans fil entre la France et l'Angleterre. Les expériences ont été faites par M. Marconi entre South Foreland et Wimereux, petit village situé à 3 *km* de Boulogne, à une distance de 48 *km* à vol d'oiseau, en disposant au poste de transmission et à celui de réception un fil de cuivre vertical de 45 *m* de hauteur (*Industrie électrique* du 10 avril 1899).

G. B.

44. — **Dépense journalière d'un fiacre électrique.** — Voici, d'après les renseignements de la *Gazette de l'Electricien* du 8 avril 1899, le décompte de ce que coûte par jour à la Compagnie des Petites Voitures, un fiacre électrique :

Administration	0,82 *f*
Accidents et avaries	0,34
Taxes et impôts	2,00
Loyer et entretien des dépôts	0,51
Personnel, laveurs compris	5,81
Matériel	5,00
Entretien des accumulateurs	4,00
Dépense d'énergie	1,20
TOTAL	19,68 *f*

La dépense pour une voiture ordinaire à un cheval étant évaluée à 19,26 *f*, on voit qu'il y a à peu près égalité, mais le fiacre électrique peut faire des courses plus nombreuses et plus productives. G. B.

45. — **Résultats comparatifs d'exploitation des tramways électriques pour les premiers semestres des années 1897 et 1898.** — Le *Journal Officiel*, dans son numéro du 27 décembre dernier, a donné les résultats d'exploitation des chemins de fer d'intérêt local et des tramways de tous systèmes répartis sur tout le territoire français pour les deux premiers semestres des années 1897 et 1898.

La longueur totale des réseaux exploités est de 292 *km*. Sur ce nombre de kilomètres 7 sont munis du système Claret-Vuilleumier, 4 du système à accumulateurs, 9 du système à crémaillère; le reste, soit 272 *km*, est exploité par le système à trolley aérien. G. B.

46. — **Le premier train express électrique en Europe.** — Le chemin de fer à voie étroite de Dusseldorf à Crefeld est exploité depuis le 15 décembre 1898 par traction électrique. Le système est à ligne aérienne avec prise de courant à archet; la vitesse peut atteindre de 55 à 60 *km* et elle est normalement de 40 *km*.

La distance parcourue est de 22,2 *km*, et la ligne aérienne est constituée par deux fils de cuivre de 9 *mm* de diamètre.

Les voitures comportent chacune un essieu moteur actionné directement par une dynamo de 40 *ch*.

Ces voitures comportent 36 places assises et 14 debout, leur éclairage est assuré par 18 lampes à incandescence de 16 bougies (*Électricien* du 25 mars 1899). G. B.

47. — **Les éclairages empoisonneurs.** — Sous ce titre M. Jules Busc a présenté dans le journal *l'Électricien* du 1er avril 1899, une intéressante étude sur les dangers que présentent pour les personnes les divers modes d'éclairage autres que l'électricité. G. B.

48. — **Un câble transpacifique.** — La pose d'un câble télégraphique a travers l'Océan Pacifique pour relier directement les Etats-Unis à l'Asie n'est plus qu'une affaire de quelques années, car la question technique est déjà résolue, et la question financière le sera dès que les

intérêts en jeu paraîtront assez importants pour justifier cette hardie entreprise industrielle.

Reste à savoir si le câble sera anglais ou américain (*Industrie électrique* du 10 avril 1899). G. B.

49. — **Une nouvelle lampe à incandescence.** — Cette nouvelle lampe qui a fait son apparition en Angleterre est dénommée « La Première » son filament est en carbure de silicium. On dit qu'elle est très économique, qu'elle a une assez longue durée, et que la consommation de courant n'est que de 2,5 à 3 watts par bougie (*Industrie électrique* du 10 avril 1899). G. B.

50. — **Lampes à arc en vase clos.** — Il y a à peine quelques mois trente lampes à arc en vase clos pour courant alternatif à intensité constante furent installées aux États-Unis à Hartford; leur fonctionnement fut si satisfaisant qu'on en installa peu après 600.

Des installations du même genre existent aussi aux États-Unis à Saint-Louis et dans quelques autres villes.

Rien ne distingue en apparence la lampe pour courant alternatif à intensité constante des lampes ordinaires à courant alternatif si ce n'est la suppression de la bobine de réactance, car celle-ci devient superflue à cause du mode de régulation du transformateur alimentant les lampes.

Les modèles actuels de lampes sont réglés pour 75 volts aux bornes de l'arc et le courant est de 6,6 ampères; la consommation d'énergie est approximativement de 450 volts et la lampe donne à peu près 2 000 bougies. (*Électricien* du 25 mars 1899). G. B.

51. — **Éclairage électrique.** — La municipalité d'Amiens vient d'autoriser la Compagnie Générale d'Électricité, chargée de l'Éclairage électrique de la ville, d'établir ses canalisations en conducteurs aériens dans toute la ville et les faubourgs, sauf dans quelques rues et places.

Les candélabres de l'éclairage public seront alimentés, au contraire, par des branchements souterrains, sauf dans quelques rues des faubourgs où la Compagnie a été autorisée à établir des branchements aériens en se servant des candélabres eux-mêmes comme supports, pourvu que les conducteurs soient à 4 *m* au moins au-dessus du sol et qu'elle adopte une disposition rendant les conducteurs inoffensifs en cas de rupture, sans employer des filets de protection. G. B.

Pour la Chronique, les Comptes Rendus et les Informations Techniques :

A. Mallet.

BIBLIOGRAPHIE

Note sur la règle à calculs, modèle Beghin (1).

Cette règle, de même que les modèles connus jusqu'à présent, comprend une partie fixe, ou règle proprement dite, et une partie mobile ou réglette; mais elle en diffère par la grandeur et par la disposition des échelles.

La *règle fixe* porte :

1° Une échelle supérieure A graduée de $\sqrt{10^{2n+1}}$ à $\sqrt{10^{2n+3}}$;

2° Une échelle inférieure B graduée de 10^n à 10^{n+1}.

La *réglette mobile* comprend trois échelles :

1° Une échelle supérieure *a* identique à l'échelle A;

2° Une échelle inférieure *b* identique à l'échelle B;

3° Une échelle intermédiaire *c* qui n'est autre que l'échelle B renversée.

Sur la *réglette mobile retournée* on trouve encore :

1° L'échelle des carrés des nombres figurés sur les échelles A et B de la règle fixe;

2° Deux échelles des arcs dont les sinus sont les nombres de l'échelle B; la graduation de ces échelles est faite en admettant la division centésimale du quadrant.

Enfin, *sur l'une des tranches de la règle fixe* est tracée l'échelle des logarithmes des nombres de l'échelle B.

Un *curseur* sert à mettre en correspondance les nombres des différentes échelles de la règle fixe et de la réglette mobile.

En raison de l'ingénieuse disposition des échelles et particulièrement des échelles A et *c*, on peut effectuer, par un seul déplacement de la réglette, des opérations que les instruments ordinaires ne peuvent résoudre qu'en plusieurs fois; telles sont :

Le produit de trois facteurs;

Le quotient d'un nombre par le produit des deux autres;

L'élévation d'un nombre à une puissance entière quelconque, positive ou négative, et aux puissances fractionnaires $\frac{2^{p+1}-1}{2^p}$ et $\frac{2^p-1}{2^p}$, etc.

La réduction du nombre des déplacements de la réglette a l'avantage évident d'augmenter le degré d'approximation des résultats; d'autre part, la grandeur des divisions des échelles permet d'obtenir dans les lectures une précision double de celle que l'on obtient dans les règles ordinaires de même longueur.

Avec cette règle à calculs, une opération donnée peut être effectuée de plusieurs manières; ainsi, pour trouver le produit de deux facteurs,

(1) Un volume grand in-8° de IX-90 pages. Bernard et Cie, éditeurs. Règle chez Tavernier-Gravet, Paris.

on peut faire occuper à la réglette six positions différentes, et dans chaque position le résultat peut être lu deux fois. Cette particularité n'est pas la moins intéressante parmi toutes celles que présente l'instrument.

La supériorité marquée de la règle Beghin sur les règles ordinaires résulte principalement de la plus grande précision des lectures, et de ce qu'elle se prête à des opérations plus compliquées; mais la pratique de cette règle perfectionnée paraît plus longue à obtenir. Pour pouvoir user de toutes les ressources de la nouvelle règle, un apprentissage de quelques heures ne suffit pas comme pour les règles simples; il faut. ou bien connaître parfaitement toutes les relations qui existent entre les nombres qui se correspondent dans les diverses échelles, ou bien se familiariser avec le maniement de la règle par des exercices répétés.

L'opuscule publié par M. Beghin renferme, à ce sujet, les indications théoriques nécessaires, ainsi qu'un grand nombre d'exemples détaillés se rapportant à des questions usuelles d'arithmétique, d'algèbre, de géométrie, de trigonométrie, de mécanique, de physique et de chimie industrielles.

M. Duplaix.

Théorie du potentiel newtonien. *Leçons professées à la Sorbonne pendant le premier semestre 1894-1895*, par M. H. Poincaré, Membre de l'Institut. Rédigées par MM. Édouard Leroy et George Vincent (1).

On désigne, comme chacun sait, sous le nom de potentiel, la fonction $V = -\Sigma f(r)$ qui, en mécanique, est la fonction des forces. L'ouvrage que nous présentons contient plus spécialement l'étude de la fonction V relative à l'attraction d'un point, lorsque $f(r) = \frac{m}{r}$, ce qui donne lieu au potentiel newtonien, et lorsque $f(r) = m \log \frac{r}{r_0}$, ce qui donne le potentiel logarithmique.

M. Poincaré établit d'abord la formule de Laplace $\Delta V = 0$, applicable toutes les fois que le point attiré ne fait pas partie des masses attirantes. Cette propriété du paramètre du second ordre ΔV est vraie du potentiel newtonien dans l'espace à trois dimensions, du potentiel logarithmique dans le plan et, en général, du potentiel relatif à une attraction de la forme $\frac{1}{r^{n-1}}$ dans un espace à n dimensions. Après l'étude de l'équation de Laplace, l'auteur démontre la très curieuse formule de Green, puis il procède au développement des deux potentiels suivant des polynômes sphériques; il se sert, dans ce but, des fonctions X_n de Legendre qui jouissent elles-mêmes de la propriété $\Delta V = 0$.

Après une digression sur la convergence et la divergence des intégrales, M. Poincaré établit la formule de Poisson $\Delta V = -4\pi\mu$ autour

(1) Carré et Naud, éditeurs, un volume grand in-8° de 366 pages et 88 figures.

d'un point dans l'espace pour le potentiel newtonien, et $\Delta V = -2\pi\mu$ autour d'un point d'une surface pour le potentiel logarithmique. Cette propriété de la fonction V est vraie quand le point matériel fait partie des masses attirantes; elle suppose la continuité de la matière. Cette hypothèse est, trop exclusivement peut-être, l'objectif des savants analystes; les ingénieurs ont tout autant besoin de l'hypothèse de la discontinuité soit en chimie, soit dans l'étude de certains phénomènes dépendant de la physique ou de la mécanique appliquée, et ils seront toujours reconnaissants envers les analystes qui étudieront les principes de leur art, de leur science basés sur la discontinuité. Ce vœu émis, poursuivons.

Après une application des théories précédentes aux lignes et aux surfaces attirantes, l'auteur traite les problèmes de Green et de Dirichlet, qui consistent, en définitive, à trouver pour des régions de l'espace des fonctions harmoniques, c'est-à-dire telles qu'elles sont continues ainsi que leurs dérivées premières et secondes, et qu'elles satisfont à l'équation de Laplace, les unes, à l'équation de Poisson, les autres. Cette étude offre des points communs avec celle des fonctions holomorphes et la théorie des résidus de Cauchy.

Ces savantes leçons du maître qu'est M. Poincaré sont rédigées avec beaucoup de soin et de clarté par MM. Ed. Leroy et G. Vincent. Elles sont un des bons éléments de la publication des leçons de la Sorbonne entreprise par MM. Carré et Naud.

Al. Gouilly.

Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole, par M. Witz. Tome II (1).

Ce volume, publié en 1895, complète celui que nous avons analysé dans le précédent Bulletin.

M. Witz a adopté le même ordre que dans son premier ouvrage, et il relate dans le chapitre Ier les progrès considérables accomplis dans les moteurs à gaz dont les plus puissants atteignent 400 *ch*. Les moteurs à pétrole sont sortis de la période d'invention et l'emploi des gaz pauvres s'est généralisé. Signalons parmi les divers types de gazogènes décrits, celui de notre distingué collègue, M. Lencauchez.

L'auteur présente une étude générale des pétroles et en donne la composition d'après les remarquables travaux de M. H. Sainte-Claire-Deville. Il indique la chaleur de combustion de quelques pétroles, ainsi que le rendement des différentes huiles dans les moteurs.

M. Witz complète les renseignements qu'il a déjà donnés sur les conditions générales des essais et les diverses manières d'y procéder; il fait suivre cette étude de résultats d'essais faits sur des moteurs de différents types et de différentes puissances. La monographie des principaux moteurs à gaz contient un grand nombre de types nouveaux dont l'apparition est postérieure à la troisième édition du premier tome.

(1) Un volume in-8° de 424 pages, 141 figures et 4 planches. E. Bernard et Cie, éditeurs.

Dans le chapitre relatif aux moteurs à pétrole, l'auteur donne la description de quinze de ces moteurs, qui ne diffèrent de leurs congénères à gaz que par l'alimentation, qui est de l'air carburé par du pétrole lourd.

Les éléments de construction des moteurs tels que les pistons, les arbres de couche, les divers systèmes d'allumage, les régulateurs de vitesse, les appareils de mise en train, les antifluctuateurs, les accouplements élastiques, les embrayages, etc., sont étudiés avec soin.

Le chapitre X est consacré aux applications des moteurs à gaz et à pétrole. Les moulins emploient surtout les moteurs de grande puissance. Un certain nombre de filatures de coton, de lin, de laine, sont mues par des moteurs à gaz et il y a beaucoup d'exemples d'application aux alimentations et aux distributions d'eau, surtout en Allemagne et Angleterre.

M. Witz examine ensuite successivement les différents modes de transport et de distribution de l'énergie, l'eau sous pression, l'air comprimé, les transmissions funiculaires, l'électricité et les gaz combustibles. Il arrive à cette conclusion que l'électricité et le gaz sont les agents par excellence de la transmission de l'énergie, puisqu'ils peuvent fournir la chaleur, la lumière et la force motrice. L'auteur dit que si l'on pouvait vendre le gaz un prix modéré, les moteurs à gaz se multiplieraient dans des proportions telles que l'électricité aurait beaucoup de peine à se procurer une clientèle, et il cite à l'appui un travail publié en 1892 par M. Denny Lane, secrétaire de la Compagnie du gaz de Cork.

M. Witz passe en revue les applications des moteurs à gaz et à pétrole aux appareils de levage, à l'éclairage électrique, aux tramways, aux locomobiles, aux embarcations et bateaux, à l'aviation, et enfin aux tricycles et aux voitures. C'est là le début de l'automobilisme, dont les progrès rapides ont conduit M. Witz à publier un troisième volume que nous analyserons dans le prochain Bulletin.

G. Baignères.

L'Automobile théorique et pratique, par M. L. Baudry de Saunier. — Tome I. Motocycles et Voiturettes (1).

M. Baudry de Saunier est le vulgarisateur par excellence de l'industrie automobile; son « Petit cours élémentaire de locomotion à pétrole », qui a obtenu le plus vif succès, lui a fait une réputation justement méritée; il a le talent de faire comprendre à ceux qui n'ont aucune connaissance spéciale, les choses les plus difficiles de la mécanique. Pour cela, il faut être un technicien et un analyste consommé en même temps qu'un praticien émérite.

Son livre est le premier d'une série qui traitera de tous les véhicules servant à la locomotion mécanique sur routes, ayant fait leurs preuves et affirmé leur valeur technique, et il a pour but de montrer au public qu'une voiture automobile n'est pas une « mécanique » si difficile à conduire qu'on se le figure de prime abord. Ce premier volume, qui est relatif

(1) In-8°, 416 pages, 194 figures dans le texte; chez l'auteur. Prix : 9 *f*.

aux *motocycles* et aux *voiturettes*, comprend d'abord deux chapitres relatifs à la théorie du moteur à pétrole et à la théorie de la transmission dans lequel chaque organe des voitures est analysé et discuté avec une clarté vraiment remarquable.

L'auteur étudie ensuite, avec tous les détails utiles, les différents modèles de tricycle de Dion-Bouton, les véhicules qui dérivent du de Dion-Bouton, puis la voiturette Léon Bollée, les voiturettes Benz ou genre Benz, et le livre se termine par une réunion de documents intéressant l'Industrie automobile.

En somme, la lecture de *l'Automobile théorique et pratique* est à recommander à tous ceux, techniciens ou non techniciens, qui veulent se mettre au courant de l'industrie si intéressante de l'automobilisme.

L. PÉRISSÉ.

Procédés de forgeage dans l'industrie, par C. CODRON, 2e volume de la 2e partie (1).

Tous les spécialistes connaissent cet intéressant travail, paru il y a deux ans, dans le Bulletin technologique de la Société des Anciens Élèves des Écoles d'Arts et Métiers. C'est une véritable encyclopédie des travaux effectués par le forgeage, dans laquelle le lecteur est certain de trouver la description de tous les moyens et de toutes les machines actuellement employés dans cette industrie.

Dans ce troisième volume, M. Codron décrit, en érudit pédagogue, les procédés plus spécialement utilisés pour l'obtention des pièces de forge destinées au matériel et à la confection de la voie des chemins de fer ainsi qu'au matériel de guerre.

Chacun de ces procédés est exposé simplement, avec clarté et concision, la lecture en est facile et agréable.

Cette seconde partie mentionne la fabrication des essieux, des boites à graisse, des roues et bandages des roues pour voies ferrées, des rails; les canons, les projectiles, les blindages, etc.

Outre l'industrie des chemins de fer et de la guerre, des chapitres importants nous donnent dans tous ses détails la production des câbles métalliques, des ronces artificielles, des chaines, des ressorts et des tuyaux.

Ch. FREMONT.

L'Exploitation des mines, par M. Félix COLOMER (2).

Le Comité de rédaction de la bibliothèque du conducteur de travaux publics a voulu consacrer un de ses petits volumes à l'exploitation des mines; il a confié cette œuvre difficile à M. Félix Colomer, Ingénieur civil des Mines.

Il est bien difficile, en effet, d'enseigner, en quelques pages, un art

(1) Un volume in-8e de 424 pages avec album de 51 planches. Paris, E. Bernard et Cie, éditeurs, 1899.

(2) Un volume grand in-16 de 344 pages avec 176 fig. Vve Ch. Dunod, éditeur.

aussi complexe, qui doit ses progrès à l'expérience des siècles, qui exige des connaissances très variées, qui utilise même les conquêtes les plus récentes de la science.

Mais l'utilité manifeste de l'entreprise était bien faite pour en faire oublier les difficultés. La France est tributaire de l'étranger pour une partie importante de sa consommation de combustibles et de métaux. La sécurité du pays, l'existence de son industrie exigent impérieusement une mise en valeur plus active de ses richesses minérales. Celles-ci ne font pas défaut; elles sont en partie connues; il faudrait seulement, pour en tirer profit, plus d'esprit d'initiative et une diffusion plus générale des notions relatives aux mines.

Les hommes instruits et dévoués, qui conduisent les travaux publics sur tout le territoire, sont particulièrement désignés pour acquérir aisément et pour propager ces précieuses connaissances.

Le livre de M. Colomer les expose sous une forme simple et accessible aux profanes. Un gisement étant reconnu par des recherches préalables, il indique en bon ordre les opérations à faire pour le mettre en exploitation, puis, pour abattre, transporter et extraire le minerai, et aussi pour organiser les services généraux de la mine.

L'ouvrage est partagé en trois parties qui correspondent à cette division du programme.

Après avoir donné, dans un préambule, la définition de quelques termes de mines, l'auteur aborde la première partie intitulée : mise en exploitation; elle est divisée en quatre chapitres.

Le premier traite des exploitations faciles, telles que les travaux à ciel ouvert, l'extraction du pétrole, l'exploitation de la tourbe.

Quelques notions sommaires sur les sondages forment le second chapitre.

Le troisième est consacré à l'aménagement du gite : fonçage des puits, des travers-bancs, des maitresses-galeries de roulage, principaux moyens de soutènement. On y trouve quelques lignes sur le fonçage à niveau plein, sur le soutènement en fer et sur le fonçage par congélation.

Les méthodes d'exploitation font l'objet du quatrième chapitre. Après avoir exposé les méthodes classiques, l'auteur fait remarquer, avec raison, combien on est obligé de s'écarter, en pratique, des figures géométriques, si satisfaisantes pour l'œil, qui représentent ces méthodes; il montre les principales causes de ces irrégularités, les tâtonnements auxquels on est souvent conduit pour arriver au système qui convient le mieux à un gisement donné. A propos du remblayage et du foudroyage, il fait ressortir les diverses considérations d'économie, de sécurité, d'affaissements de surface, de danger du grisou, qui doivent guider l'exploitant.

La seconde partie du livre s'occupe de l'extraction du minerai; elle se divise en trois chapitres ; abatage, roulage et extraction proprement dite. Le cadre de l'ouvrage ne comportait qu'une mention sommaire des moyens les plus usités.

Les services généraux font l'objet de la troisième partie. On y étudie successivement l'épuisement, l'aérage, les installations extérieures et le prix de revient.

Dans le chapitre de l'épuisement se trouvent d'utiles indications sur la construction des maitresses-tiges, sur le balancier Bockholz, sur les pompes souterraines et sur la transmission électrique.

Le chapitre de l'aérage contient une étude sommaire du grisou, de la détermination du cube d'air nécessaire à une exploitation donnée, de la répartition et de la marche de l'air et des dispositions à prendre pour l'aérage des galeries et des puits en cul-de-sac. On y décrit ensuite les principaux systèmes de lampes et de ventilateurs.

Après quelques lignes sur les moteurs et les générateurs de vapeur, le dixième chapitre traite de la préparation mécanique, du transport au jour et de l'embarquement des produits.

Dans le onzième et dernier chapitre, l'auteur s'occupe du prix de revient d'une exploitation et montre rapidement les moyens de le maintenir dans des limites raisonnables. C'est en général l'abatage qui coûte le plus cher; puis vient le roulage qui peut atteindre la moitié du coût de l'abatage. Restent encore l'entretien, les opérations à la surface et les frais généraux. Les accidents influent souvent de la façon la plus fâcheuse sur le prix de revient : les coups de grisou, les coups de poussière, les coups d'eau, les incendies sont passés en revue ainsi que les précautions à prendre pour les éviter dans la mesure du possible, et les moyens à employer pour en restreindre les conséquences.

Ici se termine le substantiel précis de M. Colomer. On peut regretter que l'auteur, qui possède, évidemment, en même temps qu'une plume exercée, une grande expérience de l'exploitation des mines, ait été réduit à tant écourter son important sujet.

Il en a réduit l'exposé à 248 pages in-16, et il a réservé une annexe de 85 pages à diverses notes formant l'avant-projet d'un siège d'extraction de houillère.

Supposant terminés les travaux de reconnaissance du gisement, on admet pour le puits d'extraction une profondeur de 600 *m*, et on se propose une production de 500 *t* de charbon par journée de 10 heures. Le terrain est très aquifère, le niveau à traverser a 100 *m* d'épaisseur, et il existe, près de la surface, 30 *m* de terrains très ébouleux.

L'étude, entreprise sur ces données, comporte la détermination de l'emplacement, du nombre et de la dimension des puits, le fonçage d'un premier puits avec emploi de la congélation, l'établissement d'un guidage en rails d'acier, le calcul des câbles métalliques, l'établissement et le calcul de la machine d'extraction, des pompes, des ventilateurs, l'étude d'une usine centrale de compression d'air et d'eau et de production d'électricité, celle d'un atelier de criblage et de préparation mécanique des charbons, enfin celle d'une batterie de fours à coke et d'une fabrique d'agglomérés.

Ces diverses notes forment une série d'exercices d'application. Ces exercices seraient sans doute un peu élevés pour un lecteur qui n'aurait pas d'autre préparation que celle qu'a pu lui donner l'étude du corps de l'ouvrage, mais la virtuosité de l'auteur fait oublier la difficulté des questions qu'il a traitées d'une façon claire, intéressante et instructive.

A. Brüll.

L'Année industrielle 1898, par M. Max de Nansouty (1).

Notre Collègue, M. Max de Nansouty résume chaque année. en un volume édité par M. Juven, ses chroniques du *Temps* toujours si appréciées par les lecteurs de ce journal.

Le dernier paru, l'*Année industrielle 1898*, renferme en onze chapitres, illustrés de gravures, toutes les questions scientifiques, intéressant l'industrie, qui ont fait l'objet d'études, de recherches ou de publications importantes dans le courant de l'année dernière.

M. Max de Nansouty passe en revue les découvertes nouvelles, les perfectionnements récents, les inventions et les idées dont quelques-unes sont encore des rêves aujourd'hui, mais seront les réalités de demain. Les sujets les plus variés dans les domaines de l'aérostation, de l'automobilisme et du cyclisme, de l'artillerie, de la marine, des chemins de fer et des travaux publics, de l'électricité, de la physique et de la chimie, sont successivement examinés par notre Collègue et décrits avec beaucoup de clarté et d'attrait.

Ce volume, d'une lecture instructive et facile, permet de se tenir au courant des faits scientifiques les plus récents qui sont ainsi mis à la portée de tous.

E. Hubou.

Les Enzymes et leurs applications, par le Dr Jean Effront (2), professeur à l'Université Nouvelle, directeur de l'Institut des Fermentations, à Bruxelles.

Les éditeurs Carré et Naud viennent de publier un ouvrage du docteur Effront, traitant des Enzymes et de leurs applications.

Le savant auteur qui, par ses études, ses nombreux travaux précédents, paraissait le mieux placé pour s'occuper de ces questions encore si obscures, examine avec beaucoup de soin et de méthode toutes les théories et tous les faits connus depuis l'origine de l'étude des diastases.

L'exposition de ces théories est accompagnée de commentaires et de développements clairs et précis, qui jettent sur des phénomènes obscurs et compliqués jusqu'ici, une lumière toute nouvelle qui permet de les examiner sous leur véritable jour.

C'est à ce point de vue que nous avons admiré l'étude que fait le docteur Effront, sur l'individualité des Enzymes et leur mode d'action, chapitres où il nous donne toute la mesure de son pénétrant et laborieux esprit. Nous y trouvons réfutées d'une façon très serrée, que nous pensons définitive, des théories plus ou moins hasardées.

La méthode que l'auteur emploie est toujours basée sur des faits, la plupart des expériences qu'il cite ont été répétées par lui, et l'on trouve même dans cet ouvrage toute une série de travaux inédits.

Mais, en dehors de son intérêt scientifique, ce volume attire surtout l'attention par le développement donné à la partie pratique.

(1) F. Juven, éditeur, 10, rue Saint-Joseph.

(2) Un volume in-8°, cartonné à l'anglaise, 372 pages. Prix : 9 *f*.

Nous signalons dans ce sens les chapitres traitant de la distillerie des grains, des mélasses, la panification, etc., industries où les enzymes trouvent leur application.

Ce volume de 370 pages constitue seulement la première partie de l'important ouvrage du docteur Effront, qui nous annonce une seconde partie sur les Enzymes des matières protéiques et les toxines.

Nous recommandons chaleureusement à nos lecteurs cet ouvrage, qui a sa place marquée dans la bibliothèque de toutes les personnes s'occupant d'industries de fermentation.

C. Gallois.

Électricité, par M. Édouard Dacremont (1).

Au cours d'une étude que je présentais à la Société en 1895 sur diverses installations électriques je ne pouvais m'empêcher de constater après tant d'autres combien grand était le développement pris par l'électricité en moins d'un quart de siècle et qu'elle place importante elle occupe maintenant dans les travaux de l'Ingénieur.

Et je constatais avec regret que beaucoup d'entre nous n'avaient pu, et pour cause, recevoir sur les bancs de l'école, l'enseignement théorique et pratique qui permet à l'Ingénieur de tirer de cette science tout ce qu'il est en droit d'en attendre.

Je n'ai pas été seul à faire cet appel et il a été entendu par de laborieux techniciens qui ont trouvé le temps, au milieu de leurs travaux quotidiens, d'écrire des traités spéciaux destinés à livrer à leurs collègues les secrets de l'Électricité.

L'ouvrage de M. Dacremont est un de ceux-là et je ne crains pas de le placer parmi ceux qui répondent le mieux au besoin que j'exprimais devant notre Société.

Théorie et Pratique, tel est bien le double point de vue auquel s'est placé l'auteur.

Dans le premier volume, il traite avec le plus grand soin et avec force calculs clairs et précis, le côté théorique de la question.

Dans le second volume, l'exposé pratique qui découle tout naturellement de la première partie, est traité avec non moins de soin et de clarté.

Donner la liste des chapitres de cet ouvrage serait faire l'exposé de toute la science électrique à ce jour; je ne le pourrais faire ici. Qu'il me suffise de dire que les Ingénieurs qui ont à étudier des questions d'électricité, n'ont qu'à y puiser, pour y trouver le conseil dont ils auront besoin dans chaque circonstance, aussi bien que pour en tirer de solides connaissances sur la matière.

C'est ce qu'a du reste, exposé avec beaucoup plus d'autorité que moi, M. l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, F. Launay, dans la préface qu'il a écrite pour le second volume.

A. Lavezzari.

(1) Un volume in-16 de xi-494 pages, avec 276 figures. Vve Ch. Dunod, éditeur.

Leçons sur les notions fondamentales relatives à l'étude pratique des courants alternatifs, par M. J. PIONCHON (1).

La Faculté des Sciences de Grenoble, sur l'initiative de la Chambre de commerce de Grenoble, du Conseil général de l'Isère et du Conseil municipal de Grenoble, a organisé des cours d'électricité industrielle qui ont été professés tout d'abord par M. Paul Janet, le savant Directeur du Laboratoire central d'électricité de Paris. Ces cours ont été continués par M. Pionchon, docteur ès sciences, qui s'est proposé d'étudier les propriétés, la production et l'utilisation des courants alternatifs.

Mais avant d'aborder la production et l'utilisation des courants alternatifs, il était nécessaire de faire connaître exactement les notions fondamentales nécessaires à la compréhension du sujet traité. Ces notions fondamentales ont été réunies dans un volume dont nous nous proposons de donner une analyse sommaire.

Tout d'abord l'auteur définit ce qu'on entend par courants alternatifs, et il indique ensuite les diverses méthodes en usage pour l'étude des phénomènes périodiques.

M. Pionchon examine successivement l'influence de la self-induction dans un conducteur et d'un condensateur dans un circuit. Il résout ensuite certains problèmes relatifs à des groupes de conducteurs en série puis en dérivation, et il indique les moyens de reconnaître si un courant alternatif donné est ou non sinusoïdal.

Le savant professeur termine en donnant les diverses méthodes de mesure pour déterminer la puissance moyenne mise en jeu dans une portion de circuit parcourue par un courant alternatif.

G. BAIGNÈRES.

Leçons sur la production industrielle des courants alternatifs, par M. J. PIONCHON (2).

Dans cet ouvrage, qui fait suite au précédent, l'auteur donne la description des différents types d'alternateurs monophasés et polyphasés, et il indique la marche à suivre dans l'établissement d'un projet d'alternateur avec exemple numérique à l'appui. M. Pionchon étudie ensuite en détail le fonctionnement d'un alternateur donné et fait connaître les résultats des expériences qui ont été faites par MM. Joubert et Blondel sur divers types d'alternateurs.

Cette intéressante brochure se termine par certaines considérations sur le couplage des alternateurs en série et en parallèle.

Constatons que les leçons professées par M. J. Pionchon présentent un intérêt tout particulier et qu'elles constituent un document des plus utiles à consulter pour ceux qui désirent se livrer à l'étude des courants alternatifs.

G. BAIGNÈRES.

(1) A. Gratier et Cie, éditeurs, Grenoble.
(2) A. Gratier et Cie, éditeurs, Grenoble.

Unités électriques absolues : *Leçons professées à la Sorbonne* par M. LIPPMANN, membre de l'Institut, rédigées par M. BERGET, docteur ès sciences.

Le but de cet ouvrage est d'indiquer comment on mesure en « valeur absolue » les phénomènes électrostatiques d'une part, les phénomènes électro-magnétiques d'autre part, et de relier entre eux ces deux systèmes d'unités électriques absolues.

La première partie est consacrée au système électrostatique, servant à mesurer les actions exercées à distance par des charges d'électricité libre. M. Lippmann définit l'unité de quantité comme conséquence de la loi élémentaire de Coulomb, et il en déduit la définition des autres grandeurs électriques qui interviennent dans le système électrostatique, potentiel, force électromotrice d'influence, capacité, intensité, résistance. Il donne les propriétés générales du potentiel, la définition de la capacité, et examine leur mesure par différentes méthodes. Il montre que la notion de force électromotrice est plus générale que celle de la différence de potentiel, établit, d'après Kirchhoff, la théorie des courants électriques, et en déduit en particulier la loi d'Ohm qui avait été trouvée d'après d'autres idées théoriques. Il indique ensuite les principales méthodes de mesure des forces électromotrices et des résistances.

Cette première partie se termine par un chapitre spécial sur l'énergie électrique, où M. Lippmann montre que les conditions du travail maximum sont les mêmes que celles de l'équilibre électrique et de la réversibilité. Il rapproche ce résultat du théorème de Carnot et fait voir que les cycles électriques réversibles sont susceptibles des mêmes représentations graphiques que les cycles thermiques.

La deuxième partie est consacrée à l'étude du système électro-magnétique fondé sur la mesure de l'action exercée par un courant sur l'aiguille aimantée. L'auteur décrit les méthodes et appareils qui servent à mesurer l'intensité d'un courant, les quantités d'électricité, les forces électromotrices et les résistancos dans le système électro-magnétique absolu. Il donne ensuite les unités pratiques qui sont maintenant adoptées et sont des multiples connus des unités C. G. S., et il en indique plusieurs applications à titre d'exemples.

Cette deuxième partie se termine par un chapitre spécial consacré à la relation très simple qui lie ensemble les deux systèmes précédemment étudiés. Les quantités d'électricité mesurées électrostatiquement sont proportionnelles à ces mêmes quantités mesurées électro-magnétiquement : on désigne par v le coefficient de proportionnalité qui permet de passer de l'une à l'autre. Cette valeur numérique est justement celle de la vitesse de propagation de la lumière.

Cette remarque de Kirchhoff est le point de départ de la théorie électro-magnétique de la lumière qui fait l'objet de la troisième partie du volume. Cette théorie, développée par Maxwell, ramène la lumière à être un phénomène électrique. La vibration lumineuse devient un courant électrique, appelé déplacement, qui produit par induction d'autres

(1) Un volume grand in-8° de 240 pages. Georges Carré et C. Naud, éditeurs.

déplacements et qui se propagerait ainsi de proche en proche dans le vide. L'action électrique à distance se trouve ainsi remplacée par une action de proche en proche. M. Lippmann se borne à étudier la théorie de la lumière, ainsi considérée comme une perturbation électrique, seulement dans le cas de la propagation d'une onde plane.

Avec cette théorie, corroborée par les expériences de Hertz, les significations de corps conducteur et de corps isolant se renversent : le fluide électrique disparaît, ce sont les forces électriques et magnétiques et avec elles l'énergie qui sont transmises à travers l'espace. L'ancienne optique, basée sur l'élasticité, cède la place à l'optique électro-magnétique, de telle sorte que le magnétisme, l'électricité et l'optique s'identifient en prenant un caractère définitif d'unité.

M. Lippmann termine son ouvrage par un supplément important sur le principe de la *conservation de l'électricité* par extension du principe de la *conservation de l'énergie*. Ce principe de la conservation de l'électricité fait ressortir l'analogie étroite qui existe entre l'électricité et la thermodynamique.

Un dernier supplément est consacré à la description du galvanomètre et de l'électrodynamomètre à mercure de M. Lippmann.

En résumé, l'ouvrage que nous venons d'analyser présente le plus grand intérêt, non seulement, comme le dit modestement M. Lippmann, pour les jeunes physiciens et quelques mathématiciens curieux, mais encore pour tous ceux que la science et les hautes études philosophiques ne laissent pas indifférents.

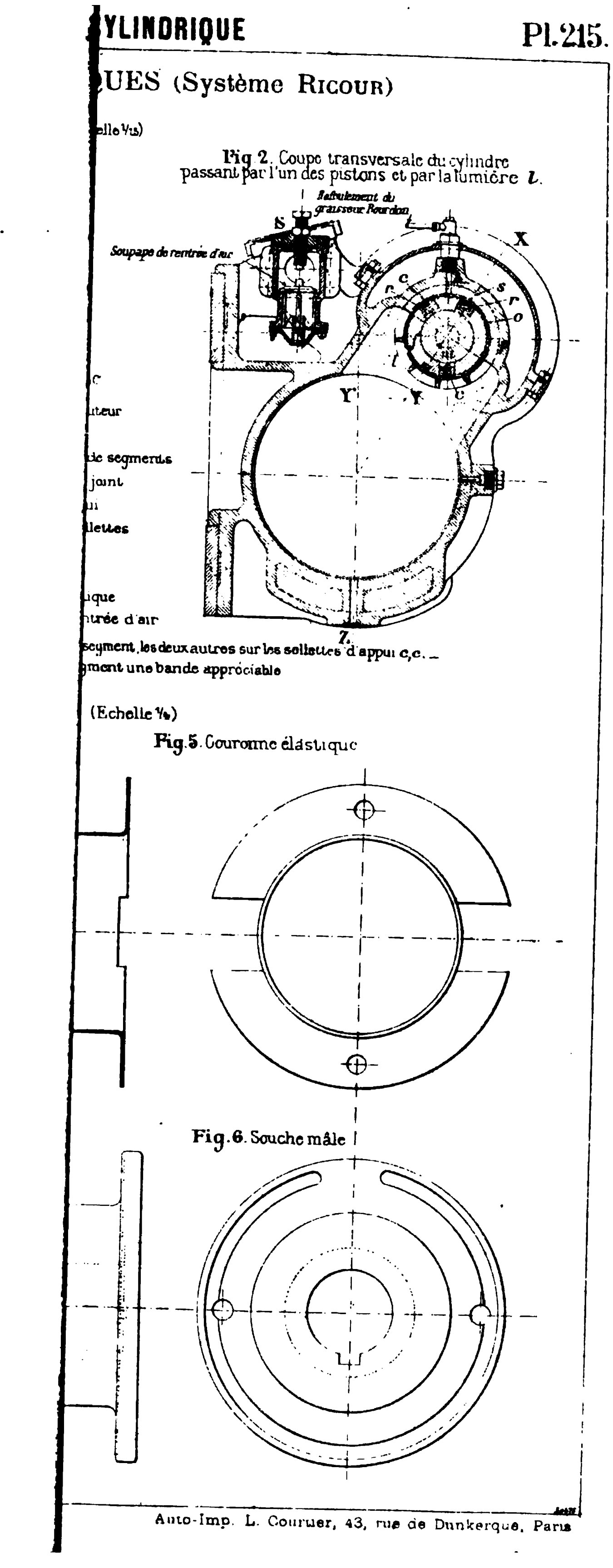
Er. Hubou.

Le Gérant, Secrétaire Administratif,
A. de Dax.

Imprimerie Chaix, rue Bergère, 20, Paris. — 7848-5-99. — (Encre Lorilleux).

UES (Système Ricour)

elle 1/15)



# MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

MAI 1899

N° 5

Sommaire des séances du mois de mai 1899.

Dito. *Lettre* de M. E. Simon, à propos de l'*Électroscripteur de Kamm* (Séance du 19 mai), page 696;

Dito. *Expériences de l'électroscripteur dans le salon de correspondance de l'entresol* (Séance du 19 mai), pages 696 et 699;

10° *Épuration terrienne des eaux d'égout*, par M. P. Vincey, et observations de MM. E. Badois et Marboutin (Séance du 19 mai), page 699;

11° *Exposition de 1900.*

a) *Nomination de Membres des Comités d'installation (Expositions contemporaine et centennale)* (Séance du 5 mai), page 689;

b) *Nomination des Membres des Commissions d'organisation des Congrès internationaux de 1900* (Séances des 5 et 19 mai), pages 688 et 697;

12° *Nominations diverses* (Séances des 5 et 19 mai), pages 688 et 697;

13° *Ouvrages reçus* (Séances des 5 et 19 mai), pages 688 et 697;

14° *Sidérostat de 1900 et les procédés mécaniques de construction des miroirs plans et des objectifs de grande dimension* (Séance du 19 mai), page 697;

15° *Visite aux ateliers de M. P. Gautier où se fait la construction du sidérostat de 1900*, le dimanche 28 mai (avis de la) (Séance du 19 mai), page 697;

Mémoires contenus dans le Bulletin de mai :

16° *L'alcool et les eaux-de-vie*, par M. E. Barbet, page 717;

17° *Compteur d'électricité de M. Blondlot*, construit par M. E. Ducretet, page 752;

18° *Le grand sidérostat de 1900*, par M. P. Gautier, page 757;

19° *Étude sur divers gaz combustibles utilisés pour divers usages industriels en général, et principalement pour la production de la force motrice*, par M. A. Lencauchez, page 776;

20° *Réponse* de M. H. Riché à la communication de M. A. Lencauchez sur *les divers gaz combustibles employés par l'industrie*, page 835;

21° *Observations* de M. F. Manaut, page 851;

22° *Réponse* à M. Riché et à M. Manaut, par M. A. Lencauchez, page 855;

23° *Chronique* n° 233, par M. A. Mallet, page 863;

24° *Comptes rendus*, — page 879;

25° *Informations techniques*, — page 888;

26° *Bibliographie :*

Calcul des canaux et aqueducs, de M. G. Dariès, par M. R. Soreau, page 911;

Traité théorique des moteurs à gaz, à pétrole et voitures automobiles, ome III, de M. Aimé Witz, par M. G. Baignères, page 912;

La locomotive. — La machine à vapeur, modèles démontables en carton, de M. Christophe Volkert, par M. R. Soreau, page 913;

Guide pratique de mesures et essais industriels, de MM. Montpellier et Aliamet, par M. G. Baignères, page ;

Les dynamos à courant continu de M. J. Fischer-Hinnen, par M. G. Baignères, page ••• ;

27° *Planches* nos 216 et 217.

Pendant le mois de mai la Société a reçu :

Agriculture.

Revenue Report of the Public Works Department, Irrigation Branch, Bengal, for the year 1897-1898 (in-4° de 108-xix p.). Calcutta, Bengal, Secretariat Press, 1899. 38977

Chemins de fer.

Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris. Rapport à l'assemblée générale extraordinaire du 14 avril 1899 (petit in-4° de 8 p.). Paris, Chaix, 1899 (Don de M. L. Périssé, M. de la S.). 38968

Société anonyme du Chemin de fer de Liège à Maëstricht en liquidation. Rapports présentés à l'assemblée générale des actionnaires du 15 avril 1899 (grand in-4° de 8 p.), Bruxelles, E. Guyot. Liège, Imp. de la Meuse (Don de M. A. Clermont, M. de la S.). 38969

Chimie.

Villon (A.-M.) et Guichard (P.). — *Dictionnaire de chimie industrielle contenant les applications de la chimie, etc., etc.*, par A.-M. Villon et P. Guichard. Tome deuxième. Fascicules 20-21. Paris, Bernard Tignol (Don de l'éditeur). 38986

Construction des machines.

Baudry de Saunier (L.). — *L'automobile théorique et pratique. Traité élémentaire de locomotion à moteur mécanique. I. Motocycles et voiturettes à pétrole*, par L. Baudry de Saunier (in-8° de 416 p. avec 194 fig.), Paris, L. Baudry de Saunier, 1899 (Don de M. L. Périssé, M. de la S., de la part de l'auteur). 38967

Graffigny (H. de). — *Les moteurs légers applicables à l'industrie, aux cycles et automobiles, à la navigation, à l'aéronautique, à l'aviation, etc.*, par H. de Graffigny (grand in-8° de VIII-336 p. avec 216 fig.), Paris, E. Bernard et Cie, 1899 (Don de l'éditeur). 38966

KRAUSS (F.). — *Die Circulation in Wasserröhrenkesseln*, von Fritz Krauss (Separat-Abdruck aus der Zeitschrift der Dampfkesseluntersuchungs und Versicherungs-Gesellschaft a G.) (in-8° de 62 p.). Wien, Köhler und Hamburger, 1899 (Don de l'auteur). 38959

Éclairage.

TRUCHOT (P.). — *L'éclairage à incandescence par le gaz et les liquides gazéifiés*, par P. Truchot (in-8° de x-255 p., avec 70 figures) (Bibliothèque de la Revue générale des Sciences). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1899 (Don des éditeurs). 38973

Économie politique et sociale.

Deuxième Assemblée des Syndicats industriels assujettis à la loi concernant les responsabilités des accidents. Procès-verbal de la séance du 17 avril 1899 (in-8° de 22 p.). Paris, Édouard Duruy, 1899 (Don de la Chambre syndicale des mécaniciens, chaudronniers, fondeurs). 38980

Enseignement.

Massachusetts Institute of Technology, Boston. Annual Catalogue 1898-1899 (in-8° de 347 p.) Boston, Rockwell and Churchill Press, 1899. 38970

Massachusetts Institute of Technology, Boston. Annual Report of the President and Treasurer, December 14 1898 (in-8° de 96 p. avec 9 pl.). Boston, Rockwell and Churchill Press, 1899. 38971

Géologie et Sciences naturelles diverses.

TRUCHOT (P.). — *Les terres rares. Minéralogie. Propriétés, Analyse*, par P. Truchot (in-8° de V-315 p.) (Bibliothèque de la Revue générale des sciences). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1899 (Don des éditeurs). 38974

Législation.

Förteckning öfver Svenska Tecknologföreningens. Ledamoter. April 1899 (in-8° de 68 p.). Stockholm, A.-L. Normans, 1899. 38972

PARODI (F. M.). — *La Association littéraire et artistique internationale e la Protezione delle Opere di Ingegneria e di Architettura*, per Francesco M. Parodi (Estratto dal Fasicolo IX-X, Anno VII, settembre-ottobre 1898 del « L'Edilizia-moderna ») (grand in-4° de 4 p.), Milano 1898 (Don de l'auteur). 38960

Royal Societies Club, Founded MDCCXIV. Foundation and Objects. Rules and By-Laws. List of Members (1 vol. 245 × 200 de 161 p.), London, 1897. 38965

Métallurgie.

Comité central des Houillères de France. Annuaire 1899 (in-8° de 435 p. avec 1 carte). Paris, 55, rue de Châteaudun. 38975

Mines.

OBALSKI (J.). — *Département de la Colonisation et des Mines. Rapport sur les Mines de la province de Québec pour l'année 1898*, par J. Obalski (grand in-8° de 59 p.). Mars 1899 (Don de M. Merzbach, M. de la S., de la part de l'auteur). 38979

Navigation.

DARIÈS (G.). — *Calcul des canaux et aqueducs*, par G. Dariès (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) (petit in-8° de 180 p. avec 48 fig.). Paris, Gauthier-Villars, Masson et Cie (Don de l'éditeur). 38987

Société anonyme du Canal et des Installations maritimes de Bruxelles. Deuxième exercice social. Année 1898. Rapport présenté par le Conseil d'administration (petit in-4° de 35 p.). Bruxelles, Imprimerie des Travaux publics, 1899. 38985

TIMONOFF (V.-E. DE). — *Rôle nouveau du dragage mécanique des passes dans la régularisation des fleuves*, par V.-E. de Timonoff (in-8°, pages 183 à 188 des Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, 4e trimestre 1898. Chronique n° 52) (Don de l'auteur, M. de la S.). 38976

VANDERCRUYCE (A.). — *Lloyd's Register of British and Foreign Shipping. Fondé en 1834. Statuts et Règlements concernant la construction et la classification des navires en acier.* Traduit de l'anglais par A. Vandercruyce (in-8° de 181 p.), Londres 1899 (Don de M. J. de Cordemoy (M. de la S.). 38988

Physique.

LORENZ (H.), PETIT (P.), JAQUET (J.). — *Machines frigorifiques. Production et application du froid artificiel*, par H. Lorenz. Traduit de l'allemand, avec l'autorisation de l'auteur, par P. Petit et J. Jaquet (grand in-8° de IX-186 p. avec 131 fig.) (Encyclopédie industrielle fondée par M.-E. Lechalas). Paris, Gauthier-Villars, 1899 (Don de l'éditeur). 38978

Technologie générale.

Atti della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. Anno XXXII, 1898 (in-4° de 69 p.), Torino, Camilla e Bertolero, 1899. 38964

Bulletin de la Société industrielle de l'Est. Deuxième série. Année 1898, 1er juillet au 31 décembre. Année 1899, 1er janvier au 31 juillet). (in-8° de 254 p.). Nancy, Imprimerie Nancéienne, 1899. 38962

Exposition universelle internationale de 1900. Direction générale de l'Exploitation. Section française, Comités d'admission (République française, Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes) (grand in-8° de VIII-496 p.). Paris, Gauthier-Villars, 1898. 38982

Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. CXXXV, 1898-99. Part I (in-8° de 499 p. avec 8 pl.), London, Published by the Institution, 1899. 38963

Repertorium des Technischen Journal Litteratur. Herausgegeben im Kaiserlichen Patentamt. Jahrgang 1897 (grand in-8° de XIX-655 p.). Berlin, Carl Heymanns, 1898. 38984

Somasco (Ch.). — *Résumés de causeries familières. 2me fascicule. Les outils manuels*, par Ch. Somasco (Bibliothèque du jeune ouvrier) (in-8°, pages 53 à 160). Creil (Oise), École gratuite de travail manuel, 1899 (Don de l'auteur, M. de la S.). 38961

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures. Publiés sous les auspices du Comité international, par le Directeur du Bureau. Tome IX. Paris, Gauthier-Villars, 1898. 38981

Les Membres nouvellement admis pendant le mois de mai sont :

Comme Membres Sociétaires, MM. :

L.-C.-A. Benouville,	présenté par MM.	G. Dumont, Bourdais, Ant. Thirion.
L.-H. Besson,	—	G. Dumont, F. Delmas, Fischer.
P. Brateau,	—	G. Dumont, E. Collin, A. Minder.
A.-R. Chasteau,	—	Duplaix, Pontzen, Rigollot.
M.-L. Denayrouze,	—	G. Dumont, Ch. Baudry, Armengaud jeune.
V. Goriatschkovsky,	—	Brandt, Ghercévanof, de Timonoff.
E.-E. Guinier,	—	G. Dumont, Pommier, Delaporte.
V.-P.-H. Libaud,	—	J. Mesureur, Lafon, Mosès.
A. Martins-Rodrigues,	—	A. Belin, E. Belin, da Costa Couto.
C. Maschwitz,	—	G. Dumont, Agote, A. de Dax.
J.-E. Mauber,	—	Brulé, Milson, Ch. Wehrlin.
P.-Ch.-V. Moreau,	—	J. Mesureur, Langlois, L. Rey.
P.-H. Poinsard,	—	G. Dumont, Chaudoir, Guillomot.
A. Raquez,	—	G. Dumont, L.-H. Bernard, Bettig.
G. Trélat,	—	Buquet, Reymond, Trélat.
A. Tropenas,	—	Boutain, Marillier, P. Mercier.
E.-A. Zuber,	—	Pierron, Rich, Walther-Meunier.

Comme Membres associés, MM. :

S. Einhorn,	—	Armengaud jeune, Bernheim, Cavelier de Mocomble.
E. Pichot,	—	G. Dumont, S. Périssé, L. Périssé.
A. Puech,	—	G. Dumont, Badois, E. Bélin.

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU MOIS DE MAI 1899

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 5 MAI 1899

PRÉSIDENCE DE M. G. DUMONT, PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à huit heures trois quarts.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté.

M. LE PRÉSIDENT a le plaisir d'annoncer les décorations et nominations suivantes :

M. L.-E. Wiriot a été nommé Chevalier de la Légion d'Honneur.
M. L. Aurientis, Officier d'Académie;
M. A. de Gennes, Officier de l'Ordre royal du Cambodge;
MM. le Comte G. de Chasseloup-Laubat et le Comte A. de Dion ont été nommé Membres de la *Commission centrale des appareils à vapeur.*

Sur les 24 membres dont se compose le Comité d'organisation du Congrès International de 1900 relatif aux *Méthodes d'essais,* 11 font partie de notre Société; savoir :

MM. Barba et E. Polonceau, Vice-Présidents; Candlot, Trésorier; Baclé et Bodin, Secrétaires; L. Durant, S. Jordan, Osmond, J. Pillet, A. Pourcel et E. Schneider, membres.

Dans la Commission d'organisation du *Congrès international de l'Enseignement du dessin,* ont été nommés :

M. J.-J. Pillet, Président de la 1re Section;

M. P. Jacquemart, Président de la 2e Section, et M. F.-J. Pillet, Secrétaire de cette même Section.

M. J. Pérard a été nommé Secrétaire général du *Congrès d'Aquiculture et de Pêche* à l'Exposition de 1900.

Un grand nombre de nos Collègues, dont la liste est ci-dessous, ont été nommés membres des *Comités d'Installation à l'Exposition Universelle de 1900* (1).

M. LE PRÉSIDENT fait connaitre que la Société a reçu un assez grand nombre d'ouvrages dont la liste est insérée plus loin, par spécialités.

M. LE PRÉSIDENT a le plaisir de faire connaitre que notre Collègue, M. Grosdidier, a fait don à la Société d'une somme de 64 *f* comme les années précédentes et lui adresse ses sincères remerciements.

M. LE PRÉSIDENT signale à la Société qu'il a reçu de l'*Office national du Commerce extérieur*, un avis de travaux de réfection rendus nécessaires au port de Leixoes, près Porto (Portugal) par les tempêtes de l'hiver dernier. L'Office national, qui a son siège, 3, rue Feydeau, tient à la disposition des Membres de la Société divers documents intéressant ces travaux.

M. LE PRÉSIDENT donne avis que le *5e Congrès annuel de la Propriété bâtie de France*, organisé par les chambres syndicales des Propriétés bâties de France, se tiendra à Nantes les 14, 15, 16 et 17 mai 1899. Les documents relatifs à ce Congrès sont déposés au Secrétariat.

(1) Ont été nommés :

1° Membres *des Comités d'installation de l'Exposition de 1900 (Exposition contemporaine)* : Classe 4, M. E. Trélat; — Classe 5, M. Saint-Yves Ménard; — Classe 11, M. J. Michaud; — Classe 13, M. Pierre Masson; — Classe 14, M. E. Anthoine; — Classe 15, M. Paul Gautier; — Classe 16, M. A. Flicoteaux; — Classe 19, MM. F. Bougarel, A. Dujardin, Emile Garnier, Alphonse Muller; — Classe 20, MM. E. Firminhac, A. Gillet, J.-B. Vidal-Baume, Ch. Wehrlin; — Classe 21, MM. E. Bourdon, A. Domange, A. Piat; — Classe 22, MM. A. Cohendet, H. Lenicque, L. Pinchart-Deny, A. Vautier; — Classe 23, MM. A. de Bovet, E. Desroziers, A. Postel-Vinay; — Classe 24, M. F. Clerc; — Classe 25, MM. P. Azaria, F. Barbier, H. Beau, A. Cance; — Classe 26, M. H. Menier; — Classe 27, MM. E. Ducretet, G. Dumont,; — Classe 28, M. L. Henry-Lepaute; — Classe 29, MM. F. Fouquet, A. Moisant; — Classe 30, M. Louis Lemoine; — Classe 32, MM. A. Desouches, E. Level; — Classe 34, F. Surcouf; — Classe 35, MM. A. Bajac, G. Lefebvre-Albaret, A. Savary; — Classe 36, M. E. Simoneton; Classe 37, M. J. Hignette; — Classe 54, M. L. François; — Classe 55, MM. E. Bréhier, A. Savey; — Classe 56, M. A. Lainey; — Classe 59, M. A. Jacquin; — Classe 53, MM. H. Couriot, H. Fayol; — Classe 64, MM. E. de Boischevalier, F. Raty, Eug. Schneider; — Classe 65, M. A. Boas; — Classe 66, M. A. Bricard; — Classe 73, M. A. Biver; — Classe 74, MM. H. Garnier, V. Maugin; — Classe 75, M. P. Jean; — Classe 76, M. A. Doumerc; — Classe 81, M. J. Bessonneau; — Classe 82, M. G. Reynaud; — Classe 84, M. E. Neveu; — Classe 87, M. E. Lequin; — Classe 101, M. G. Richou; — Classe 102, M. L. David; — Classe 106, M. E. Cacheux; — Classe 108, M. Th. Villard; — Classe 112, M. F. Honoré; — Classe 113, M. Emile Mercet; — Classe 114, M. J.-M. Bel; — Classe 115, M. Ch. Gallois; — Classe 116, MM. G. Canet, J. Gévelot, J. Werth; — Classe 120, MM. A. Béthouart, E. Cauvin, J. Prevet.

2° *Membres des Comités d'installation de l'Exposition de 1900 (Exposition centennale)* : Classe 11, M. E. Pichot; — Classe 19, M. J. Durenne; — Classe 20, M. H. Rouart; — Classe 21, MM. J.-H. Digeon, L. Masson; — Classe 22, MM. P. Bodin, F. Kreutzberger; — Classe 27, MM. E. Sartiaux, H. Josse; — Classe 28, M. L. Dru; — Classe 29, MM. L. Molinos, M. de Nansouty; — Classe 30, M. M. Bixio; — Classe 32, MM. G. Broca, E. Polonceau; — Classe 54, M. Emile Chouanard; — Classe 55, M. F. Fouché; — Classe 57, M. Labussière; — Classe 63, M. L. Mercier; — Classe 64, M. P. Arbel; — Classe 65, M. P. Larivière; — Classe 73, M. G. Despret; — Classe 74, M. G. Godillot-Alexis; — Classe 76, M. M. Eissen; — Classe 77, M. E. Buxtorf; — Classe 81, M. E. Agache; — Classe 84, M. A. Loreau; — Classe 88, M. A. Blanchet; — Classe 99, M. Bouquillon; — Classe 113, M. E. Chabrier.

M. le Président annonce qu'en raison de la communication téléphonique internationale nécessaire aux expériences que M. Gérard se propose de montrer et qui n'a pas encore été obtenue, il donne la parole à M. E. Roger, Ingénieur de la maison Ducretet, pour présenter le *Nouveau compteur électrique* construit par M. Ducretet sur les indications et d'après les travaux de M. Blondlot, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

M. E. Roger, après avoir transmis les regrets de M. Ducretet, empêché par la maladie de faire lui-même cette communication à la Société, décrit, dans son principe et ses organes essentiels, le nouveau compteur d'électricité Blondlot, qui est installé avec une batterie de lampes à incandescence sur la table du Bureau.

Ce compteur, explique M. Roger, est pour l'électricité ce que l'horloge est pour le temps. Une bobine oscille sous l'action d'une autre bobine dans des conditions telles que la quantité d'électricité qui circule dans le circuit pendant la durée d'une oscillation est constante, quelle que soit l'intensité du courant. Ces oscillations sont entretenues et comptées, et leur nombre indique la quantité totale d'électricité qui a traversé les appareils.

Le compteur étant installé sur le secteur électrique, on a intercalé dans le circuit une rampe de lampes à incandescence, chacune d'elles portant un interrupteur. Aussitôt la première lampe allumée, le compteur démarre et exécute des oscillations très lentes ; au fur et à mesure qu'un nombre de lampes plus grand est mis en action, on voit les oscillations devenir plus rapides ; l'appareil obéit instantanément aux variations les plus brusques de l'intensité.

L'appareil, ne comportant ni aimant ni noyau de fer, peut s'appliquer aussi bien aux courants alternatifs qu'aux courants continus, et son réglage est invariable.

Sur un diagramme relatif à la marche du compteur ont été portées, en abscisses les intensités du courant en ampères, et en ordonnées les nombres correspondants d'oscillations effectuées en 20 secondes. Les points du diagramme sont sur une ligne droite passant par l'origine comme la théorie l'indique ; l'exactitude du compteur est donc parfaite.

Le nouveau compteur de M. Blondlot possède ainsi des qualités théoriques et pratiques qui lui permettront de rendre de grands services comme compteur, chez les abonnés, et aussi à cause de sa grande exactitude, comme instrument de mesure et de contrôle dans les usines et les laboratoires.

M. le Président remercie M. Roger de sa communication et le prie de transmettre à M. Ducretet ses souhaits de meilleure santé. L'appareil nouveau qui vient d'être présenté à la Société est très intéressant, car on sait combien il est nécessaire que les compteurs d'électricité marchent d'une façon sûre ; si le compteur Blondlot remplit cette condition, il sera le bienvenu.

M. le Président demandant si des applications de ce compteur ont déjà été faites, M. Roger indique que l'appareil qui a été présenté à la Société

est l'un des premiers construits, mais que la période d'utilisation courante va commencer aussitôt qu'il y aura un certain nombre d'appareils achevés à l'atelier.

M. le Président, avant de donner la parole à M. Léon Gérard, ancien Président de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole Polytechnique de Bruxelles, sur l'*Électroscripteur de Kamm*, rappelle l'aimable réception des Ingénieurs belges en 1897, au cours de laquelle M. Léon Gérard avait promis de faire à notre Société une communication intéressante. Il a tenu sa promesse ce soir en faisant exprès le voyage de Paris, et il faut l'en remercier; il espère que la communication téléphonique pourra être obtenue entre Bruxelles et l'Hôtel de la Société pour la réalisation des intéressantes expériences dont M. Gérard va nous donner la primeur.

M. Léon Gérard expose qu'ayant eu à s'assimiler les travaux et les recherches de son Collègue anglais, M. Kamm, qu'une trop grande modestie et sa connaissance imparfaite de la langue française empêchent de prendre la parole devant la Société, il a pensé que c'était le moyen pour lui de remplir la promesse faite à Bruxelles que de présenter un appareil nouveau qui parait des plus intéressants par ses applications pratiques.

M. Kamm s'est proposé de construire un appareil de télégraphie imprimeur pouvant jouer le rôle de l'appareil Hughes et être appliqué aux lignes téléphoniques pour les compléter en produisant l'impression et le collationnement simultané de la communication. Tous ceux qui se sont occupés des questions de synchronisme, c'est-à-dire des mécanismes de précision qui provoquent par l'électricité l'inscription des lettres de l'alphabet en faisant intervenir la mesure du temps, savent de quelles difficultés techniques la solution de ce problème est semée et quelles complications de construction et d'emploi en sont la conséquence; or M. Kamm a réalisé dans son électroscripteur un appareil qu'on peut mettre entre les mains de tout le monde et qui remplit les conditions d'impression et de synchronisme des appareils compliqués et coûteux qu'on emploie jusqu'à présent et qui ne peuvent être maniés que par des télégraphistes de profession.

M. Gérard présente l'appareil Kamm dont plusieurs modèles sont disposées sur le Bureau et analyse ses parties essentielles au moyen de projections. L'électroscripteur présente un clavier de machine à écrire; il est relié par une ligne téléphonique à un deuxième appareil identique; l'impression se fait simultanément sur les bandes des deux appareils lorsqu'on agit sur les touches de l'un des claviers.

Il devient ainsi possible, par le jeu d'un commutateur, de continuer ou de compléter une conversation téléphonique, et l'impression se faisant en même temps aux deux postes, il y a collationnement automatique de la transcription.

M. Léon Gérard fait ensuite un rapide exposé historique de la question ; il décrit, avec projections, les appareils de Lesage en 1770, les émetteurs et les récepteurs Breguet encore en usage dans certains cas, enfin les appareils transmetteurs de dessins de Caselli et Bonelli qui ont été produits au public scientifique à l'occasion de l'Exposition de

Paris de 1878. Vers la même époque, Hughes, en Amérique, réalisait son remarquable appareil, basé sur le synchronisme, qui modifié par ses différents constructeurs, est d'un usage universel; malheureusement sa complication mécanique, son prix, son maniement limitent son application aux bureaux télégraphiques. L'appareil de Kamm a pour caractère principal d'être un appareil de télégraphie domestique.

M. Kamm s'est adressé, pour produire les mouvements synchrones, à une disposition extrêmement simple, la machine d'Atwood; un fléau se déplace de sa position de repos sous l'action d'un poids et d'une petite poulie, de sorte que si le poids et les frottements sont identiques dans l'appareil, l'uniformité des oscillations sera assurée. L'inventeur a de plus utilisé dans son appareil le principe de la montre à secondes dite « chronographe », dans laquelle, sous une première pression, l'aiguille se met en marche, s'arrête à la suivante et revient à la troisième à son point de départ.

Lorsqu'une touche du clavier est abaissée, il se produit 3 courants successifs : l'un, qui fait déclencher le pendule, un second, qui l'arrête devant la tige correspondant à la lettre abaissée, et un troisième, qui le ramène à sa position initiale; mais dans sa marche le pendule, par l'intermédiaire d'une languette, émet un courant dans la ligne qui déclenche le pendule de l'autre poste et lui fait répéter les signaux du clavier transmetteur. La réalisation de ces mouvements s'opère au moyen d'électro-aimants dont le mouvement est transmis par des organes régulateurs très simples et de fonctionnement des plus sûrs.

M. Léon Gérard complète ses explications en montrant le fonctionnement aux membres de la Société répartis en trois groupes, sur les appareils eux-mêmes, fournissant ainsi toutes démonstrations expérimentales nécessaires. Il expose qu'il aurait voulu profiter de la séance pour montrer la transmission à longue distance en faisant une expérience entre un électroscripteur à Bruxelles et l'un des appareils de la Société. Malgré les efforts de M. Sieur, Inspecteur de l'Administration des Postes et Télégraphes, la communication internationale n'a pu être obtenue ce soir, et la démonstration devra être reportée à un autre jour.

M. Léon Gérard termine par des considérations philosophiques et économiques au sujet des services qu'est appelé à rendre l'appareil Kamm, le fait de pouvoir échanger de chez soi des communications écrites étant de nature à modifier certaines conditions de l'existence, comme cela est arrivé lors de l'introduction du téléphone dans notre vie publique et privée. On n'a pas à redouter cependant de voir disparaître le télégraphe, car il est à remarquer que plus l'esprit humain a de moyens de correspondance à sa disposition, plus son activité et plus ses besoins d'échange augmentent pour le grand bien de l'humanité.

M. le Président remercie M. Léon Gérard de sa très brillante et très intéressante communication ; il le félicite des résultats qu'on obtient avec l'appareil de M. Kamm qu'il a su si éloquemment mettre en lumière.

M. le Président donne ensuite la parole à M. E.-A. Barbet pour ex-

poser les progrès les plus récents accomplis dans la fabrication de l'*Alcool et des Eaux-de-vie.*

M. E.-A. Barbet expose tout d'abord que la distillerie, dans toutes les diverses régions de la France, est une source de revenus considérables pour l'agriculture. La distillerie industrielle en particulier, et surtout celle de la betterave, fournit aux cultivateurs, pour leurs bestiaux, des résidus nutritifs à très bon marché ; le bétail à son tour donne du fumier, c'est-à-dire de la fertilité aux terres. C'est grâce à ce cycle bienfaisant que les sucreries et les distilleries de betteraves ont fait la richesse des régions du Nord de la France.

Il y a une ombre au tableau qui est l'alcoolisme ; il faut que les ingénieurs s'unissent aux médecins pour découvrir et combattre les causes qui rendent l'alcoolisme plus redoutable qu'autrefois. La purification des boissons alcooliques doit être le premier souci des techniciens.

La ligue anti-alcoolique prêche l'abstinence totale non seulement de toute liqueur, mais même de toute boisson fermentée. Ce serait tarir pour l'agriculture une source de revenus qui dépasse un milliard.

L'ingénieur peut trouver, sans pousser à l'abus de la consommation directe, des débouchés nouveaux de l'alcool, de façon à faire prospérer cette industrie agricole si bienfaisante. Ces débouchés sont surtout l'éclairage et l'automobilisme. Dans ces deux voies il est dès à présent permis d'espérer des résultats pratiques et économiques, qui pourront peut-être tripler la production actuelle de l'alcool.

Il y a une grande distinction à faire entre les eaux-de-vie, dites « naturelles », et les alcools dits « d'industrie ». Les premières proviennent de fruits divers ; la fermentation en est dite *spontanée*, c'est-à-dire qu'elle se déclare d'elle-même, grâce aux levures naturelles dont le fruit est pourvu. Efinn. la distillation s'opère à l'alambic, sans rectification proprement dite.

Les matières premières industrielles, au contraire, exigent un ensemencement de levure pour provoquer la fermentation, et le produit de leur distillation, appelé « flegme », est très impur ; il exige de savantes rectifications pour enlever à la fois les odeurs d'origine et les impuretés qui résultent de la fermentation.

Les eaux-de-vie authentiques et les alcools d'industrie ne paraissent pas agir de la même façon sur le corps humain. Les hygiénistes accusent ces derniers de la forme grave et des accès délirants qui caractérisent l'alcoolisme moderne. Leur raisonnement s'appuie trop souvent sur des points de départ erronés ; l'abus des boissons alcooliques est un facteur prépondérant de l'alcoolisme, mais il est fort possible qu'en outre nous nous trouvions en présence d'infiniment petits, non encore isolés ou caractérisés par le chimiste, et responsables de l'aggravation du caractère de l'intempérance.

Dans l'ignorance où nous sommes, l'ingénieur-chimiste a deux objectifs à poursuivre : d'une part, la purification à outrance des alcools industriels par la rectification ; d'autre part, il doit chercher soit à reproduire le plus exactement possible les fermentations vineuses naturelles, soit à faire des fermentations aseptiques, non bactériennes, et dépour-

vues, par conséquent, des sécrétions des bactéries. Car nous savons combien ces sécrétions ont un pouvoir toxique colossal, et il semble vraisemblable que ces sécrétions infinitésimales puissent être les vrais coupables.

Les perfectionnements récents apportés à la rectification de l'alcool ont consisté principalement à rendre cette opération continue, alors qu'elle était intermittente. M. Barbet explique quelles sont les catégories d'impuretés principales qu'il s'agit d'éliminer dans les flegmes d'industrie :

Il y a d'abord les impuretés de tête, comprenant tout ce qui est plus volatil que l'alcool : éthers, aldéhydes, etc. ; puis les impuretés de queue, comprenant certains éthers lourds, les alcools supérieurs, les acides gras, etc.

Il démontre que par la division du travail en deux opérations continues, successives et solidaires, on peut, dans une première distillation, se débarrasser des impuretés de tête, et, dans une seconde, opérer la rectification proprement dite, à haut degré, avec refoulement des produits de queue dans les parties basses de l'appareil, d'où on les extrait à jet continu. La rectification continue est une sorte de bluterie spéciale, qui fait le lotissement des divers composants du flegme, et qui le fait avec une grande précision.

Tandis qu'avec la rectification ancienne, l'on était forcé de récolter toute une série de produits intermédiaires et bâtards, appelée « moyens goûts » qui nécessitaient de nouveaux repassages.

La réussite de la rectification continue des flegmes a conduit à faire directement la rectification des vins fermentés, en supprimant la distillation préalable. D'où une grande simplification de l'outillage industriel, et une économie importante de vapeur et de charbon.

Dans le domaine de la fermentation industrielle, M. Barbet signale les nouveaux progrès réalisés dans la fermentation des grains par l'emploi de l'amylomycès Rouxii, découvert par le docteur Calmette, le savant directeur de l'Institut Pasteur de Lille.

Il donne des explications sur la nature et le mode d'action de cette *mucédinée*, qui commence par saccharifier l'amidon, puis le fait fermenter. Seulement, ces opérations, qui sont un peu plus lentes que les opérations anciennes, exigent absolument que l'on agisse d'une façon aseptique, avec des liquides stérilisés, enfermés en vases clos. Il faut, en un mot, réaliser en grand les conditions dans lesquelles se plaçait Pasteur, au laboratoire. Les moyens mécaniques imaginés pour la réalisation pratique de ces principes ont parfaitement réussi, et l'on peut dire que c'est un progrès considérable. Car la voie est tracée aux fermentations pures, et elle pourra être suivie, même pour les matières sucrées, pour lesquelles l'amylomycès reste inutile.

Un autre progrès, poursuivi depuis plusieurs années, consiste à remplacer partout la levure de bière par la levure de vin, pour l'ensemencement des fermentations industrielles.

Enfin, comme la composition chimique du bouillon de culture a une importance indéniable sur la levure et sur ses sécrétions, l'on a été conduit, tout dernièrement, à imiter plus servilement encore les procédés

de la nature : après distillation des vins naturels à l'alambic, on reprend les vinasses résiduaires pour leur restituer le sucre originel dont la fermentation les avait dépouillées. Ce sucre pur se trouve placé dans des conditions identiques à celui du moût frais des vendanges. On provoque sa fermentation par des levures pures de Cognac, et l'on obtient un second vin qui, tout comme le premier, donne une eau-de-vie agréable et parfumée, et non plus un flegme impur. Cette eau-de-vie se fait au simple alambic et n'exige plus la moindre rectification.

La vinasse résiduaire de ce deuxième jet peut encore resservir plusieurs fois de suite. Il y a donc là la source de nouveaux produits, fabriqués d'une façon plus rationnelle, et qui méritent toute l'attention, non seulement au point de vue hygiénique, mais même au point de vue de leur parfum, car ils n'ont pas besoin de bouquets artificiels rajoutés.

M. Barbet termine en disant que les divers progrès récents dont il a parlé sont tous dus à des Français, continuant ainsi la tradition, car la distillerie est une industrie essentiellement française.

M. le Président remercie notre savant Collègue, M. Barbet, vice-président de l'Association des Chimistes de France, de l'étude si intéressante qu'il vient de faire sur la fabrication de l'alcool et des eaux-de-vie. Il est heureux de saisir cette occasion de féliciter notre Collègue de ses importants travaux et des progrès dont l'industrie de la distillerie lui est redevable ; on en trouvera d'ailleurs les grandes lignes dans le mémoire qu'il a bien voulu nous remettre pour le *Bulletin*, afin de compléter les renseignements donnés en séance, le temps lui ayant manqué pour développer ce sujet d'un si grand intérêt pour notre industrie et notre agriculture.

Il est donné lecture, en première présentation des demandes d'admission de MM. L.-C.-A. Benouville, L.-H. Besson, P. Brateau, M.-L. Denayrouze, V. Goriatschkovsky, V. Libaud, J. Maurer, A. Raquez et A. Tropenas, comme membres sociétaires.

MM. A.-R. Chasteau, E.-E. Guinier, A. Martins-Rodrigues, C. Maschwitz, P.-Ch.-V. Moreau, P.-H. Poinsard, G. Trélat, E.-A. Zuber, sont reçus comme membres sociétaires, et

MM. S. Einhorn, E. Pichot, A. Puech, comme membres associés.

La séance est levée à 11 heures et demie.

Le Secrétaire,
L. Périssé.

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 19 MAI 1899

Présidence de M. G. Dumont, Président.

La séance est ouverte à huit heures trois quarts.

M. le Président, à propos du procès-verbal de la précédente séance, donne connaissance de la lettre suivante, qu'il a reçue de notre Collègue M. E. Simon.

« Monsieur et cher Président,

» Dans sa remarquable communication sur l'*électroscripteur* de Kamm,
» M. Léon Gérard, rendant justice aux inventeurs français et italiens,
» a cité les noms de Lesage, Bréguet, Caselli et Bonelli. Notre éminent
» Collègue a omis Lenoir qui, lors de l'Exposition de 1867, résolut
» d'autre manière le même problème que s'était proposé Caselli.

» Voici, en effet, comment le rapporteur du Jury de la classe 64,
» M. Edmond Becquerel, signalait l'invention de Lenoir : ... *Le tracé*
» *du dessin n'est pas électro-chimique, il se fait à l'aide d'une molette encrée,*
» *qui est attirée sur le papier à l'instant où le courant passe sur la ligne. La*
» *partie essentielle de son instrument, et la plus ingénieuse, est la disposition*
» *employée pour avoir le synchronisme des mouvements des cylindres des ap-*
» *pareils des deux postes. C'est l'électricité elle-même qui se charge du rôle*
» *de régulateur, et la disposition employée par M. Lenoir a quelque analogie*
» *avec celle dont M. Vérité avait fait usage, il y a plusieurs années, pour*
» *régulariser la marche de deux pendules et les forcer à faire leurs oscilla-*
» *tions exactement dans le même temps. Une fois le synchronisme assuré, la*
» *marche de l'appareil est facile à suivre...* (Rapport du Jury internatio-
» national, t. X, page 12. — Paris, Paul Dupont, 1868.)

» Dans la pensée que vous voudrez, à l'occasion du procès-verbal de
» la dernière séance, réserver bon accueil à cette note complémentaire,
» je vous prie d'agréer, etc .. »

» Édouard Simon. »

Sous bénéfice de cette observation, le procès-verbal de la dernière séance est adopté.

M. le Président informe ses Collègues que les expériences de l'électroscripteur dont il vient d'être question, qui n'avaient pu avoir lieu à la séance précédente, se feront ce soir dans le salon de correspondance de l'entresol, où sont installés plusieurs de ces appareils. Ces expériences auront lieu aussitôt que la communication avec Bruxelles sera obtenue.

M. le Président annonce également qu'à la fin de la séance, dans la salle annexe, nos Collègues pourront assister aux expériences d'un nouvel appareil cinématographique destiné à remplacer l'appareil bien connu qui roule des bandes. C'est un cinématographe américain d'un nouveau modèle, dont les inventeurs ont bien voulu nous réserver la primeur.

M. le Président a le plaisir de porter à la connaissance de ses Collègues les décorations et nominations suivantes :

M. Olmer (Georges), a été nommé officier d'académie ;

M. Doat (Henri), a été nommé Commandeur de l'Ordre de Saint-Grégoire-le-Grand, et a reçu du Gouvernement Belge la « décoration spéciale de mutualité » ;

M. H. Constantin a été nommé Membre des Congrès internationaux, de 1900, section X, Sciences morales.

M. le Président annonce que la Société a reçu un certain nombre d'ouvrages dont la liste, selon l'usage, sera insérée à la suite du procès-verbal.

M. le Président donne connaissance d'une lettre de notre Collègue M. Marchand-Bey, Ingénieur-directeur des usines de la Daïra-Sanieh, dans laquelle il présente deux observations au sujet du mémoire de notre Collègue, M. F. Chaudy, sur la résistance à l'avancement des bateaux, paru dans le Bulletin de février.

En premier lieu, M. Marchand-Bey estime, à l'inverse de M. Chaudy, que l'importance et la forme des ondes ne sont pas les mêmes suivant que le bateau est remorqué ou muni d'un propulseur, et suivant que ce propulseur est à roues ou à hélice. En un mot, il croit que les formules de M. Chaudy ne sont pas générales.

En second lieu, M. Marchand-Bey critique la formule donnée par M. Chaudy, pour la résistance du frottement de l'eau sur une carène donnée, formule dans laquelle M. Chaudy fait entrer un *coefficient approprié*. Ce coefficient varierait donc suivant les hauteurs et les vitesses? M. Marchand-Bey ne le croit pas et estime que le frottement de l'eau est indépendant des hauteurs hydrostatiques et n'est fonction que de la vitesse de marche de la carène et de celle du liquide, comme il l'a expliqué dans son mémoire publié en octobre 1894 dans le Bulletin technologique de la Société des Anciens Élèves des Écoles d'Arts et Métiers.

M. le Président, avant de donner la parole à M. P. Gautier pour sa communication sur *la construction du sidérostat de 1900 et les procédés mécaniques de construction des miroirs plans et des objectifs de grande dimension*, rappelle que M. P. Gautier veut bien recevoir les Membres de la Société dans ses ateliers, 56, boulevard Arago, dimanche 28 mai, à dix heures, et engage vivement ses Collègues à prendre part à cette visite qu'il a faite lui-même longuement avec un très vif intérêt.

M. Gautier fils, en l'absence de son père, retenu par une indisposition, rappelle que l'idée de la construction, pour l'Exposition universelle de 1900, d'un instrument d'astronomie d'une puissance supérieure

à celle des plus grands du monde entier est due à M. Deloncle, ancien ministre plénipotentiaire.

Avant d'en arrêter le projet définitif de construction, il fallait faire choix du genre à adopter en considérant les différents types d'instruments, télescopes, équatoriaux, sidérostats, tant au point de vue mécanique et astronomique, qu'au point de vue des nécessités de construction auxquelles entraîne chaque type pour son abri.

La construction d'un équatorial ou d'un télescope de 60 *m* de distance focale, la plus grande dimension actuelle, exigeait celle d'une coupole mobile de 64 *m* d'ouverture, autre grande difficulté compliquant d'autant le problème.

Le sidérostat présentait, au contraire, de grandes facilités pour la construction de l'édifice destiné à le contenir; il présentait, en outre, une supériorité mécanique en ce sens que, la lunette étant fixe et horizontale, on était affranchi des flexions inévitables auxquelles on s'expose avec de grandes lunettes mobiles.

Le sidérostat comporte un miroir plan destiné à renvoyer les rayons lumineux des étoiles suivant la direction de la lunette placée horizontalement. Cette lunette porte à une extrémité l'objectif et à l'autre l'oculaire grossissant ou la plaque sensible pour la photographie.

Le miroir plan est porté par une monture mobile animée par un mouvement d'horlogerie d'un mouvement de rotation de même vitesse que celui du mouvement diurne.

La théorie géométrique très simple du déplacement du miroir dans le sidérostat montre le rapport qui doit exister entre les distances des différents axes et leur orientation relative.

Malgré tout, la fixité du champ dans l'oculaire par rapport au réticule n'a lieu que pour le parallèle dont la déclinaison est égale au complément de la latitude du lieu d'emplacement.

Pour les parallèles plus voisins du pôle, le champ subit un déplacement angulaire de sens inverse du mouvement diurne, et pour les parallèles plus voisins de l'équateur, ce déplacement a lieu dans le sens du mouvement diurne.

Un dispositif mécanique spécial anime l'oculaire d'un mouvement de rotation égale à celui du champ et assure ainsi la fixité absolue de ce dernier pour tous les parallèles jusqu'à 5 heures du méridien.

Le grand sidérostat de 1900 pèse avec sa lunette 59 000 *kg*, le miroir et son support vertical pèsent 13 000 *kg*. L'ensemble de la partie mobile est de 15 800 *kg* et le poids moteur du mouvement d'horlogerie qui la met en mouvement est de 70 *kg*.

La partie optique est tout entière travaillée mécaniquement à l'aide de machines dont les organes ont été travaillés avec une précision de 1/10 000 de millimètre.

Le miroir plan qui a 2 *m* de diamètre et 29 *cm* d'épaisseur pèse 3 600 *kg*. Sa surface actuellement achevée a été vérifiée optiquement par la méthode de Foucault montrant des défauts de planéité de l'ordre du 1/10 000 de millimètre.

Les résultats obtenus montrent que le procédé mécanique peut se

substituer avantageusement au travail à la main puisqu'il supprime les retouches locales.

La face plane du miroir a été polie à sec au tripoli de Venise et sera argentée chimiquement par le procédé Martin une fois le miroir monté dans son barillet.

Les objectifs de 60 *m* de foyer, l'un visuel, l'autre photographique, comportent chacun deux lentilles, un crown et un flint. Les lentilles ont 1,25 *m* de diamètre et chaque objectif, avec ses barillets, pèse environ 900 *kg*. Ils seront vérifiés par colimation.

Chaque objectif grossit 600 fois, ce qui, avec un oculaire grossissant 10 fois, donne un grossissement total de 6 000.

Avec un tel grossissement, la lune aura un diamètre de 5,60 *m* et sera rapprochée à 58 *km*, c'est-à-dire à 1/700 de son éloignement réel.

Des cratères de la lune de 100 *m* de diamètre seront représentés sur l'image par un point de 2 dixièmes de millimètre.

Enfin le pouvoir séparateur des objectifs sera de 1/10 de seconde d'arc.

Sur la demande de M. le Président, M. Gautier fils ajoute que la partie métallique du sidérostat est complètement terminée à l'heure actuelle et que le montage sur place, au Champ de Mars, commencera vers la fin de l'année.

M. le Président remercie M. Gautier de sa très intéressante communication. Il s'agit d'un travail exceptionnellement délicat et minutieux, auquel M. Gautier a consacré beaucoup de temps et de soin, et qui constituera une des grandes curiosités de l'Exposition universelle de 1900.

M. le Président, avant de donner la parole à M. Vincey, annonce que l'on a obtenu la communication avec Bruxelles, et propose d'interrompre la séance pendant quelques minutes pour permettre à ses Collègues de voir fonctionner l'électroscripteur de Kamm.

La séance est suspendue pendant dix minutes.

A la reprise de la séance, M. le Président donne la parole à M. P. Vincey pour sa communication sur *l'épuration terrienne des eaux d'égout*.

M. P. Vincey déclare que les questions d'assainissement de la Seine sont présentement à l'ordre du jour, en raison des grands travaux exécutés par la Ville de Paris, et surtout à cause de la date prochaine à laquelle la Seine sera complètement assainie par la cessation des déversements des égouts de Paris dans ce grand fleuve, qui a été souillé si longtemps. Personne n'ignore, en effet, que la loi du 10 juillet 1894 a imposé à la municipalité parisienne l'obligation, dans un délai de cinq ans, expirant par conséquent le 10 juillet prochain, d'avoir établi des champs d'épuration suffisants pour satisfaire à la minéralisation des 170 millions de mètres cubes d'eaux d'égout, charriés annuellement par les collecteurs de la grande cité. Cette question de l'assainissement de la Seine a déjà été discutée ici, mais surtout au point de vue technique. M. Vincey a l'intention de l'aborder ce soir au point de vue de l'agronomie, ou mieux du génie rural, qui est encore une des branches se rat-

tachant aux travaux de la Société des Ingénieurs Civils. Il dit auparavant quelques mots de la digestion parisienne et montre à l'aide de diagrammes les quantités d'azote, d'acide phosphorique et de potasse (seuls principes alimentaires à considérer en agronomie) absorbées par l'alimentation parisienne, et les quantités des mêmes substances restituées aux égouts. Le total de ces dernières quantités représente une somme de 28 millions de francs.

C'est cette somme, représentant le 1/12 de la fertilité de toutes les fermes de France qu'il s'est agi de rendre à l'agriculture.

Jusque vers 1855, le tout à l'égout n'existait que dans quelques grands établissements militaires et hospitaliers. C'est à cette époque que furent créés deux grands collecteurs latéraux à la rivière : le collecteur de la rive gauche, qui était le prolongement de la rivière de la Bièvre, et le collecteur de la rive droite.

On mit à profit la grande boucle de la Seine, pour pouvoir, sans machine élévatoire, déverser le produit de ces deux collecteurs dans le fleuve, très en aval de l'enceinte de Paris, à quelques mètres du pont d'Asnières. Pour Paris, ce travail, achevé en 1866, a été une grosse amélioration ; la Seine a été débarrassée des matières qui la polluaient dans son parcours parisien et dans cette grande partie qui va du Point-du-Jour jusqu'au pont d'Asnières ; mais l'inconvénient subsistait, pour les riverains d'aval, à partir de ce point. Non seulement les égouts de Paris, mais ceux des communes suburbaines, de Saint-Denis, Levallois-Perret, Clichy, Aubervilliers, contribuaient à souiller le fleuve de façon telle, que l'infection se faisait sentir jusqu'à Poissy et qu'aucun poisson ne pouvait vivre même jusqu'à Conflans.

C'est alors, à la suite de travaux des Ingénieurs Mille et Belgrand et de ceux de la Commission présidée par l'illustre chimiste Dumas que furent expérimentés, à Clichy, dans un terrain loué par le Ville de Paris, deux procédés d'épuration : le procédé Le Chatelier, par épuration à l'alumine, et le procédé préconisé par Mille, celui de l'épuration terrienne. Les résultats de l'épuration terrienne furent si favorables que, très rapidement, on renouvela cette tentative sur la rive gauche de la Seine, à l'endroit des Grésillons, sur un terrain de 6 *ha*. Les essais furent encore concluants, et, vers 1868, 25 *ha* appartenant à des cultivateurs avoisinant le jardin de la ville, furent, à la demande des propriétaires, soumis à l'irrigation épuratrice.

Les travaux furent forcément ralentis pendant les événements de 1870, mais en 1872, ils furent repris et poussés de telle sorte qu'à l'heure actuelle, 810 *ha* dépendant de la plaine de Gennevilliers sont affectés à cette irrigation. L'honneur de l'extension de ces travaux revient à Mille et à l'Ingénieur Durand-Claye.

M. Vincey donne ensuite quelques détails sur ce champ d'épandage de Gennevilliers qui reçoit 44,000 m^3 d'eau par hectare et par an, et dont le sol est composé de gravier, sauf sur la rive gauche du fleuve, où il est constitué en partie par des alluvions modernes.

Dès 1875, Durand-Claye et ses continuateurs, MM. Bechmann et Launay, s'occupèrent d'augmenter l'étendue de ces irrigations, qui avaient si bien réussi à Gennevilliers. Mais ce n'est que le 4 avril 1879

qu'une loi a créé l'extension de l'irrigation au parc agricole d'Achères, sur une surface de 800 *ha*, portée peu après à 1 000 *ha* par l'acquisition du domaine des Fonceaux.

L'usine de Colombes fut construite, l'usine de Clichy fut augmentée, les eaux furent relevées à 60 *m* au-dessus du niveau de la mer, pour que, de ce point, elles puissent se diriger sur le parc agricole d'Achères et sur les extensions qui peuvent amener à 10 000 *ha* la surface totale des champs d'épandage.

Le parc d'Achères fut inauguré le 7 juillet 1895.

Depuis, la Ville de Paris a acquis le domaine de Méry pour 520 *ha* avec une zone avoisinante dont Méry est le centre, le tout d'une superficie canalisée de 1 800 *ha*, et une surface de 800 *ha*, du côté des carrières. De sorte qu'à l'heure actuelle, la Ville de Paris est à la veille de tenir sa promesse, et de mettre fin au régime de déversement des eaux d'égout à la Seine.

Les 170 millions de mètres cubes d'eau seront répartis sur une surface de 4 400 *ha*, soit à raison de 40 000 m^3 par hectare, chiffre prévu par la loi de 1894.

Passant ensuite au mécanisme de l'épuration terrienne, M. Vincey dit que ce phénomène consiste en une minéralisation biologique due à l'intervention d'un microbe très étudié et très défini, qui, en présence de l'oxygène de l'air, a pour action d'ingérer les matières organiques et azotées, et d'excréter des matières minérales, et produit, dans l'évolution générale de la vie, le cycle inverse de celui des plantes; c'est le dernier maillon de la chaine sans fin qui permet aux plantes et aux récoltes de recueillir ces matières minérales et de les utiliser à nouveau; car on sait que les plantes ne peuvent pas ingérer de matières organiques; les engrais organiques ont besoin d'être minéralisés préalablement dans le sol, pour que les plantes puissent les puiser par les radicelles, se les introduire et en faire les organes qui constituent les récoltes. L'épuration des eaux est donc une œuvre d'ordre biologique, qui a pour but ultime la minéralisation. L'épuration par l'intervention de ces ferments nitriques, est indépendante de toute production de récolte. Un terrain épure même d'autant mieux qu'il ne comporte pas de culture, et qu'il est plus ameubli. La culture ne vient donc qu'après la minéralisation, pour permettre aux récoltes de saisir la matière minéralisée contenue dans l'eau qui passe dans le sol, et en saisir une partie pour la fixer dans les récoltes. Le reste de ces matières minéralisées passe dans les eaux de drainage et, par les drainages, dans de petits ruisseaux qui forment des lacs, des cascades qui transforment un domaine purement agricole en un vrai parc, selon l'expression de M. Poubelle, alors Préfet de la Seine.

L'oxygénation de l'eau sortant des drains augmente à mesure que le tout à l'égout se généralise. La preuve en est que les poissons qui, auparavant, ne pouvaient vivre en deçà de Conflans, se trouvent maintenant à Herblay et jusqu'à Bougival. Dans quelque temps, on pourra en pêcher à Argenteuil et Épinay.

Il restera encore à drainer les eaux des égouts départementaux, c'est-à-dire celles de Versailles, Saint-Cloud, etc., soit environ 150 000 m^3;

mais le Conseil général a fait mettre à l'étude un projet soumis à l'approbation législative, pour obtenir une loi qui permette l'épuration terrienne de toutes les eaux d'égout des 76 communes suburbaines du département de la Seine dans les limites de ce département. Ce projet comporte une dépense de 12 millions, déjà votés par le Conseil général de la Seine; il est probable qu'à la fin des grands travaux publics en cours, cette grande œuvre sera entreprise et complétera le système général. Et dans sept ou huit ans, ces eaux seront déversées dans des égouts d'où elles se répandront dans les champs d'épuration.

C'est pour prévoir l'épuration de ces nouvelles quantités d'eau que le département de la Seine a mis à l'étude l'aménagement agricole d'un domaine de 120 *ha* à Créteil, et d'un autre très considérable situé du côté d'Aulnay-lès-Bondy.

M. Vincey fait ensuite passer sous les yeux des Membres de la Société un certain nombre de diagrammes indiquant, l'un, la quantité d'azote organique contenu dans les drains relativement à celui des eaux d'égout, les autres, la possibilité de faire l'épandage même en hiver, en temps de gelée.

Au sujet de l'épuration des eaux vannes par le sol, il résulte des analyses microbiologiques effectuées par M. Miquel, au laboratoire de Montsouris, que les eaux épurées des champs d'épandage ne contiennent qu'un nombre de bactéries dix fois moindre de celui que l'on trouve dans les eaux de source les plus pures que l'on consomme à Paris.

En ce qui est de l'utilisation agricole des eaux d'égouts de la Ville de Paris, il y a deux choses bien distinctes à considérer :

1° L'action de l'eau agissant au seul point de vue de l'arrosage, c'est-à-dire de l'humectation de la terre et de la récolte;

2° L'action de la matière fertilisante, agissant comme élément nutritif de la récolte.

Pour ce qui est de l'eau d'arrosage, étant données les cultures pratiquées aux champs d'épuration, dans les terres sableuses des graviers anciens comme on en rencontre dans toute la vallée de la Seine, la *dose culturale pratique* doit être considérée comme légèrement supérieure à 40 000 m^3 par hectare et par an.

En 1895, sur 776 *ha* du champ d'épuration de Gennevilliers, il a été utilisé 34 779 708 m^3 d'eau d'irrigation, soit 44 819 m^3 par hectare.

Ce chiffre de 44 819 m^3 d'eau d'irrigation par hectare et par année n'est qu'une moyenne. Si l'on regarde les choses de plus près, on voit, par exemple, que les pommes de terre de première saison, suivies la même année de récoltes de choux ou de poireaux (le plus gros lot du champ d'épuration), n'ont utilisé que 21 120 m^3 par hectare et par an; les choux de première et unique récolte emploient 23 600 m^3; les artichauts, 42 480 m^3; les asperges, 9 440 m^3 seulement; la luzerne, 144 389 m^3; la prairie, 170 000 m^3 par hectare et par an.

Ce sont là des doses d'arrosage, en terres d'alluvions anciennes, que l'on doive considérer comme *des doses culturales pratiques*. A Gennevilliers, en effet, l'irrigation à eau d'égout se pratique en cultures libres. Les agriculteurs privés font usage de l'eau d'irrigation en temps, durée

et volume qu'ils jugent le plus profitable à leurs cultures. Très indépendants de la Ville de Paris, qui met seulement l'eau à leur disposition, ils n'ont aucun souci professionnel de la question d'épuration. Ils sont uniquement préoccupés de la meilleure production de leur cultures. Depuis plus de ving-cinq ans qu'ils pratiquent les cultures irriguées dans leur sol sableux, ils sont passés maîtres dans la pratique de l'arrosage, pour chaque genre de récolte. A un cultivateur de pommes de terre hâtives, suivies de choux ou de poireaux, par exemple, qui emploient communément 21 000 m^3 d'eaux-vannes par hectare et par an, si l'on voulait imposer l'utilisation de 40 000 m^3, on obtiendrait immanquablement la réponse fort logique que c'est là juste le double de ce qui est utile à sa récolte. Par contre, si on lui proposait de n'employer que 10 000 m^3, il ferait remarquer non moins judicieusement que sa culture a besoin d'une quantité double. De même, pour un cultivateur de prairie arrosée, qui a l'habitude de *faire boire* ses prés durant toute l'année, avec intermittence d'assèchement bien entendu, et qui emploie plus de 160 000 m^3 par hectare et par an, si l'on exigeait qu'il n'utilisât que 40 000 m^3 on subirait l'observation que ce genre de culture en réclame quatre fois plus.

La dose moyenne de 44 000 m^3 d'eau d'irrigation, dans les terres et pour les cultures de Gennevilliers, est donc bien une quantité qui résulte d'une longue et judicieuse pratique agricole. Il faut sourire quand on entend des théoriciens venir dire aux cultivateurs de Gennevilliers ou du parc agricole d'Achères que, pour le bien de leurs récoltes en terre sableuse, ils devraient se contenter de n'utiliser en moyenne que 10 000 m^3 d'eau d'égout par hectare et par an.

Se basant sur la pratique agricole de Gennevilliers, le législateur de la loi d'assainissement de la Seine du 10 juillet 1894, a donc fait œuvre pratique et judicieuse, lorsqu'il a assigné à 40 000 m^3 par hectare et par an, la dose maxima moyenne que la Ville de Paris ne devait pas dépasser dans les cultures de ses champs d'épuration.

A la vérité, dans l'eau d'égout, il y a à boire et à manger pour la terre et les récoltes.

Dans les sols graveleux des méandres de la Seine, lorsqu'on irrigue à 40 000 m^3 par hectare et par an, en moyenne des cultures, on donne juste ce qu'il faut à boire à la terre et à la récolte.

Voyons ce qu'il en est du manger, c'est-à-dire des principes fertilisants contenus dans l'eau d'égout.

En 1895, à Gennevilliers, à la dose moyenne de 44 819 m^3, un hectare a reçu par l'eau d'égout 3 138 *kg* d'azote; la récolte en a enlevé 175 *kg* seulement, il en a été perdu, sous forme de nitrates entraînés par le drainage, 2 917 *kg*; la perte d'azote a été de 93 0/0.

Pour l'acide phosphorique, l'estimation donne :

Quantité apportée par l'eau d'égout.	1 271 *kg*
— enlevée par la récolte.	126
— perdue dans les eaux de drainage.	1 145 *kg*

Proportion de la perte : 90 0/0.

Pour la potasse :

Quantité apportée par l'eau d'égout.	1 407 *kg*
— enlevée par la récolte.	239
— perdue dans les eaux de drainage.	1 168 *kg*

Proportion de la perte : 83 0/0.

Au résumé, à la terre et aux récoltes de Gennevilliers, lorsqu'on ne donne en moyenne que juste ce qu'il faut à boire, on est condamné à donner beaucoup trop à manger aux récoltes. Pour les trois principes essentiels de la fertilité agricole, l'azote, l'acide phosphorique et la potasse, la perte moyenne en poids est de $\frac{93 + 90 + 83}{3} = 88,66$ 0/0. L'utilisation agricole se trouve être, en poids, de 11,34 0/0.

Une utilisation agricole des principes de la fertilité sensiblement supérieure à un dixième, doit encore être considérée comme très faible. Voyons par quels moyens on pourrait arriver le plus avantageusement à réduire la perte des éléments essentiels de la fertilité.

A Gennevilliers et à Achères, au lieu d'arroser à 40 000 m^3, si l'on pouvait n'irriguer qu'à 4 000 m^3 en moyenne, par hectare et par an, étant données les cultures habituelles, on ne donnerait qu'à peu près juste ce qu'il faut à manger à la récolte ; mais il arriverait par contre, étant donnée la nature du sol, qu'on ne donnerait pas assez à boire aux cultures ; il manquerait juste les neuf dixièmes de la quantité d'eau nécessaire, en moyenne, pour les besoins d'humectation de la terre et de la récolte.

Dans l'état actuel des choses, de la double utilisation agricole de l'eau, d'une part, et des principes de la fertilité, d'autre part, aux champs d'épuration de la vallée de la Seine, quoi qu'on fasse, on se trouve toujours placé dans l'une ou l'autre de ces deux alternatives, également fâcheuses au point de vue de l'économie rurale :

Ou bien, en n'irriguant qu'à dose inférieure à la quantité d'eau de pluie annuelle (environ 5 500 m^3 par hectare et par an sous le climat de Paris), ne pas trop donner à manger à la récolte, mais n'imbiber la terre que pour le dixième de ce dont elle a besoin normalement ;

Ou bien, comme c'est l'usage, irriguer à 40 000 m^3, mais perdre près des neuf dixièmes de la fertilité.

Les cultivateurs libres, clients gratuits de la Ville de Paris, veulent bien irriguer à 40 000 m^3 ; sous prétexte de ne laisser perdre aucun des éléments de la fertilité, ils ne consentiraient pas à arroser leurs terres qu'à 4 000 m^3 par hectare et par an, en moyenne, ce qui les laisserait souffrir de la soif. A cette dernière dose même, dans les sols si perméables de la vallée de la Seine, pour que l'arrosage méthodique pût être pratiqué, durant le courant de l'année, il ne faudrait faire boire la terre que trois ou quatre fois au plus. Pour ce qui est du facteur *humectation*, le jeu n'en vaudrait pas la chandelle.

Dans les terres des presqu'iles de Gennevilliers, d'Achères et de Triel, pour qu'on pût donner assez à boire au sol et pas trop à manger aux récoltes, il faudrait que l'on disposât d'eaux d'égout neuf fois moins concentrées que ne le sont celles de notre capitale à l'heure actuelle.

Alors, on irriguerait encore à 40 000 m^3 en moyenne ; mais, dans les eaux épurées de drainage, on ne rencontrerait plus que la quantité d'éléments fertilisants que l'on trouve d'ordinaire dans les eaux de drainage d'une terre quelconque, non arrosée artificiellement.

Pour ne pas compromettre les intérêts de la culture des champs d'épuration, afin de réduire le plus possible les pertes des éléments de la fertilité, il n'y aurait qu'un moyen réellement efficace : il consisterait, respectant les doses actuelles d'irrigation, à diluer davantage les eaux d'égout ; mais il aurait sa contre-partie obligatoire dans l'extension de l'étendue des champs d'épandage. C'est vers ce double but que devraient tendre tous les efforts pour l'avenir : accroître l'eau d'approvisionnement de la capitale ; étendre successivement les périmètres d'épuration et d'utilisation agricole.

Malgré les pertes de matières fertilisantes, dans l'état actuel, la Ville de Paris pratique la meilleure solution possible dans ses champs d'épuration. Elle satisfait pleinement à toutes les nécessités de l'hygiène publique. Pour ce qui est de l'économie rurale, elle ne saurait mieux faire, sans compromettre les intérêts des cultivateurs qui sont ses clients facultatifs. Ce que les récoltes pratiquées librement dans ses champs d'épuration n'ont pas utilisé des principes fertilisants contenus dans l'eau-vanne d'irrigation, se retrouve dans l'eau de drainage. L'état seul en a changé : d'organique il est devenu minéral. C'est là un état non moins favorable pour une utilisation agricole nouvelle. Si un intérêt supérieur commandait d'utiliser culturalement les principes fertilisants minéralisés, que les drains des champs d'épuration conduisent en pure perte au fleuve, c'est au titre général, et non exclusivement parisien, qu'il conviendrait de l'envisager.

Dans le périmètre d'irrigation épuratrice dont le domaine de Méry-sur-Oise et le territoire de Pierrelaye sont le centre, à cause de la situation élevée au-dessus du niveau de l'Oise, il sera possible, en plus d'un point de faire une deuxième utilisation agricole des principes fertilisants contenus dans les futurs collecteurs de drainage des vallons de Vaux et de Liesse.

M. Vincey fait remarquer, d'après les considérations qu'il vient de développer, que l'on irait absolument à l'encontre de la vérité en disant que le système d'évacuation urbaine des liquides de la vidange, en séparation des eaux ordinaires d'égout, permettrait une utilisation plus complète des éléments fertilisants, déchets de la digestion humaine et animale. C'est juste l'inverse qui se produirait. Le système séparé, comme celui pratiqué à Levallois-Perret et à Berlin, donne des eaux plus concentrées que le tout à l'égout ordinaire. Pour ce qui est de l'épuration terrienne des eaux-vannes, dans les sols très perméables, *l'utilisation agricole de la fertilité est en raison inverse du degré de concentration.*

M. Vincey dit aussi que l'on commet une erreur, lorsqu'on prétend que l'utilisation agricole de la fertilité de l'eau d'égout est beaucoup plus parfaite à Berlin qu'elle ne l'est à Paris.

A Berlin, pour l'année 1894-1895, une surface effective d'épandage de 5 060 *ha* a épuré 66 313 453 m^3 d'eau d'égout. L'épuration annuelle moyenne à l'hectare y a été de 13 103 m^3, soit trois fois moindre qu'à Paris.

A défaut d'analyse précise des eaux d'égout moyennes de Berlin, il est possible de représenter assez exactement la quantité de matières fertilisantes qu'elles doivent contenir dans une année :

On sait qu'un Parisien évacue annuellement en moyenne :

Azote	6 792 *kg*
Acide phosphorique.	2 483
Potasse	2 286

Un habitant de Berlin doit rendre à peu près les mêmes quantités de matières fertilisantes. Or le tout à l'égout existe dans cette ville de 1 660 000 habitants. Sans compter ce qui doit provenir des animaux. rien que par les humains, les eaux-vannes de la capitale berlinoise doivent au moins contenir annuellement :

Azote	11 274 720 *kg*
Acide phosphorique.	4 121 780
Potasse	3 794 760

Un mètre cube d'eau d'égout doit contenir :

Azote.	0,170 *kg*
Acide phosphorique	0,062
Potasse.	0,057

A Paris, un mètre cube d'eau d'égout ne renferme en moyenne que :

Azote.	0,069 *kg*
Acide phosphorique	0,018
Potasse.	0,031

Comparées à celles de Paris, les eaux-vannes de Berlin sont donc : deux fois et demie plus riches en azote ; trois fois et demie plus riches en acide phosphorique et près de deux fois plus riches en potasse. D'une manière générale, on peut dire que l'eau d'égout de Berlin contient trois fois plus de matières fertilisantes que celles de Paris.

C'est ce que constatent MM. Badois et Bieber dans le compte rendu du 3e Congrès de la propriété bâtie, lorsqu'ils annoncent que les eaux d'égout de Berlin contiennent 105 *g* d'azote par mètre cube, alors que celles de Paris n'en renferment que 43 *g* par mètre cube (année 1898).

D'autre part, les récoltes obtenues dans les champs d'épandage de Berlin renferment à peu près les mêmes quantités de matières fertilisantes que les récoltes des champs d'épandage parisiens.

En somme, pour une même utilisation par la récolte, à Berlin, on irrigue à dose trois fois moindre qu'à Paris, mais avec des eaux trois fois plus riches. La perte doit être sensiblement la même dans l'un et l'autre cas.

A Berlin, si on irrigue à dose trois fois moindre qu'à Paris, c'est que la terre d'épuration, par sa perméabilité et son épaisseur filtrante, ne peut pas utilement absorber davantage. La proportion des matières fertilisantes perdues n'y est pour rien ou à peu près.

Étant donné le degré de concentration des eaux de Berlin, si cette ville disposait de terres d'épuration aussi favorables que Paris, on y irriguerait à dose correspondante, et la perte de fertilité serait trois fois plus grande que dans notre capitale française.

M. Vincey expose aussi que les terres des champs d'épandage de la ville de Paris du fait de l'irrigation prolongée, ne sont l'objet d'aucun feutrage qui vienne en diminuer la faculté épuratrice.

L'analyse directe et maintes fois répétée des terres de prairies de Gennevilliers, irriguées à très hautes doses d'eau d'égout, depuis vingt-cinq ans, montre qu'elles ne contiennent que quelques millièmes de plus d'humus et de débris organiques que les terres voisines, de même nature, qui n'ont jamais été arrosées. La combustion lente, dans le sol, est la cause de cette non-accumulation de la matière hydrocarbonée.

L'azote, l'acide phosphorique et la potasse ne s'accumulent pas non plus dans les sols irrigués à l'eau d'égout. Si l'on venait tout à coup à cesser l'irrigation fertilisatrice dans ces sols, il faudrait y apporter des fumures, dès l'année suivante, pour y maintenir la fertilité. Les terres irriguées perdent lentement la chaux, par nitrification.

L'irrigation à l'eau d'égout multiplie les ferments nitrificateurs du sol.

La pratique et l'interprétation scientifique s'accordent à démontrer que plus un sol a déjà épuré d'eau d'égout, plus apte il est devenu d'en épurer encore.

M. Vincey expose que les territoires d'épuration comprennent quatre groupes principaux, à savoir : la presqu'île de Gennevilliers, pour 800 *ha*; le parc agricole d'Achères (fermes de Fromainville, de Garenne et des Fonceaux), pour 1 000 *ha* ; la région de Pierrelaye-Méry, pour 1 800 *ha*; et enfin la presqu'île de Treil-Carrières, pour 800 *ha*.

Les 4 400 *ha* de terrains d'épandage se divisent aussi en deux catégories bien distinctes au point de vue du régime de l'irrigation : 2 700 *ha* y constituent ce que que l'on désigne sous le nom de *cultures libres*, c'est-à-dire des territoires canalisés dans lesquels les cultivateurs, indépendants de la Ville de Paris, utilisent l'eau comme ils l'entendent, se préoccupant uniquement des besoins de leurs récoltes, et sans souci aucun des nécessités de l'épuration hygiénique ; ici, à proprement parler, on pratique bien *l'irrigation à l'eau d'égout pour les besoins de l'agriculture;* une superficie de 1 700 *ha*, par contre, représentant les fermes de Fromainville, de Garenne, des Fonceaux, des Grésillons (Carrières-sous-Poissy) et de la Haute-Borne (Méry-sur-Oise), appartient en propre à l'administration parisienne ; ces domaines sont bien loués à des fermiers cultivateurs, mais un cahier des charges particulier subordonne leur exploitation aux nécessités de l'épuration. Là, selon les besoins, on pourra *faire de l'agriculture pour l'épuration.*

Au jour prochain où les périmètres d'irrigation de Pierrelaye-Méry et de Triel-Carrières seront mis en fonctionnement définitif, quand il ne s'écoulera dans la Seine et dans l'Oise que des eaux de drainage absolument épurées, lorsqu'enfin le fleuve sera complètement assaini, les 1 700 *ha* des domaines municipaux affermés devront, pour l'ensemble des territoires d'épandage, jouer le rôle d'une sorte de balancier-régulateur du système. Au jour où aucune eau d'égout parisienne ne sera plus déversée en Seine, ils devront assurer, en tous temps, l'épuration des eaux vannes que les 2 700 *ha* de cultures libres n'auront pas utilisées, sur le volume journalier moyen d'environ 500 000 m^3.

Par opposition aux cultures libres des clients privés et indépendants

de la Ville, les récoltes pratiquées dans les domaines municipaux devront être déterminées de telle sorte qu'elles puissent satisfaire à tous les besoins de l'épuration de l'eau d'égout, aux multiples points de vue de la quantité, de la saison et de la périodicité. Il conviendra, en un mot, d'y réaliser les cultures les plus épuratrices, ce au point de vue des obligations parisiennes. Parmi les cultures très épuratrices, le mieux sera aussi de déterminer les genres de récoltes les plus avantageux, pour ce qui est des intérêts économiques des fermiers. L'idéal consiste donc à rechercher pour ces domaines municipaux, les genres de culture à la fois les plus épurateurs, pour la Ville, et les plus profitables, pour les exploitants.

M. Vincey dit que ce sont des considérations de cet ordre qui ont guidé les agents techniques de l'Administration, pleinement d'accord en cela avec le fermier, dans l'établissement du projet de création de la nouvelle ferme, dite de la Haute-Borne, à Méry-sur-Oise. Il y a là, notamment, un lot de ferme de près de 400 *ha* en nature de terrain sensiblement moins propice à la filtration épuratrice que les sols graveleux de la vallée de la Seine. C'est là une raison de plus pour qu'on y pratique des cultures éminemment épuratrices. L'expérience, déjà ancienne de Gennevilliers, concordant d'ailleurs avec ce que l'on sait des autres champs d'épandage, a démontré surabondamment que les cultures les plus épuratrices, à tous les points de vue, sont particulièrement les prairies diverses et les récoltes fourragères, sarclées ou non. La prairie notamment, dans le sol de Gennevilliers, a une faculté épuratrice quatre fois supérieure à la moyenne de toutes les cultures. Elle y réclame l'irrigation par l'eau-vanne à la dose élevée de 169 000 m^3 par hectare et par an, et ce, par tous les temps et en toutes saisons. On y pratique, depuis le début d'avril jusqu'à fin octobre, cinq et six coupes d'un excellent fourrage regain, extrêmement appété par le bétail. Le rendement annuel, évalué en fourrage sec, s'y montre communément de 17 000 à 18 000 *kg* de foin, c'est-à-dire le double de la production des meilleures prairies. Le fourrage très nourrissant qui en provient est généralement consommé par des vaches laitières de l'approvisionnement parisien. On sait aussi que les bêtes ainsi alimentées donnent un lait plus abondant et plus riche en beurre que celles nourries à la méthode habituelle des laitiers-nourrisseurs.

A la ferme de la Haute-Borne, les cultures dominantes seront les prairies artificielles et naturelles et les racines fourragères. Les produits, consommés sur place, serviront plus particulièrement à l'entretien de nombreuses vaches, dont le lait pourra être, matin et soir, expédié sur Paris. Dans ce domaine, on aménage présentement les bâtiments d'une ferme modèle. Elle pourra contenir non moins de quatre cents bêtes bovines. Les animaux y seront tenus et alimentés selon les règles de la meilleure hygiène. Les soins les plus minutieux y seront apportés pour éviter les maladies, notamment celles contagieuses à l'homme. Jamais une bête de remonte ne pénétrera dans le troupeau, ou plutôt dans les groupes isolés du troupeau, qu'elle n'ait été soumise préalablement à l'épreuve de l'inoculation de la tuberculine, révélatrice de la phtisie pulmonaire.

La ferme de la Haute-Borne est reliée par une voie ferrée étroite à la gare de Pierrelaye. Ces conditions font que le lait de la traite de 5 heures du matin pourra être livré avant 8 heures à la consommation parisienne; celui de la traite de 4 heures du soir pourra de même être donné, à Paris, pour le dernier repas de la journée. Ce sont là des circonstances les plus heureuses, que l'on ne rencontre que chez les laitiers-nourrisseurs de la toute proximité parisienne, et qui justifient, pour un lait à consommer absolument frais, des prix relativement élevés.

Au résumé, par l'intermédiaire de ses fermiers, la Ville de Paris, par des raisons d'ordre hygiénique, est conduite à faire, très en grand, des cultures fourragères, de l'entretien du bétail et de la production laitière, dans des conditions particulièrement favorables aussi, pour les consommateurs.

M. E. Badois ne peut laisser passer, sans formuler les plus expresses réserves, la théorie que M. Vincey vient d'apporter à la Société. Il s'attendait, d'après le programme de la communication, indiqué à l'ordre du jour, à entendre une dissertation presque exclusivement agricole. Or, la plus grande partie a été consacrée à la description des travaux présents et futurs projetés par la Ville de Paris pour donner satisfaction à la loi de 1894 sur l'assainissement de la Seine. Les auditeurs ne s'en plaindront pas puisqu'ils auront ainsi eu connaissance des sacrifices importants consentis par la municipalité parisienne afin d'obtenir à la date fixée, au mois de juillet prochain, l'épandage intégral de toutes les eaux d'égout sur les terrains à ce destinés depuis Gennevilliers et Achéres, jusque Méry-sur-Oise et Triel et même jusqu'à Meulan et plus loin encore, pour résoudre le problème énoncé de *Rien à la Seine*.

M. Badois regrette que, comme Ingénieur et Professeur agronome, l'orateur ne se soit pas étendu davantage sur le mécanisme physique et chimique de l'épuration terrienne. M. Vincey a néanmoins ébauché une théorie, un roman agronomique. on pourrait dire gastronomique, dont la scène principale se passe à Gennevilliers, et dans lequel il préconise l'arrosage à haute dose sous le prétexte qu'il est indispensable aux plantes pour satisfaire à la fois leur faim et leur soif. Cette conclusion est tout à fait contestable.

L'ancienne science agronomique, celle professée par des maîtres tels que de Gasparin, Moll, Boussingault, Hervé-Mangon, et nous pouvons ajouter par notre Collègue M. Ronna, fixait de 12 000 à 15 000 m^3 par hectare et par an les besoins d'eau des cultures irriguées.

Les faits naturels donnent raison à cette détermination : si l'on considère, en effet, que, dans notre climat de France, la hauteur de pluie qui tombe annuellement est de 0,600 *m* à 0,800 *m*, ce qui représente 6 000 à 8 000 m^3 par hectare, on est bien obligé de convenir que l'agriculture française, pour les neuf dixièmes des terres, celles non irriguées, se contente de cet abreuvement. Les prairies et autres cultures irriguées consomment le double d'eau, mais non davantage, sauf de rares exceptions. Dans le midi de l'Espagne, pays éminemment chaud, pour les productions les plus diverses et les plus riches, la dose d'irrigation acceptée depuis des siècles ne dépasse guère 12 000 m^3 à l'hectare (voir l'ouvrage de M. Aymard).

Les marcites de Milan, les prairies d'Édimbourg, arrosées *par ruissellement*, de même que celles de Croïdon, en Angleterre, emploient une plus forte proportion d'eau, qui n'entre qu'en partie dans le sol, mais là encore, on n'atteint que 22, 25 ou 30 000 m^3 au plus par hectare.

M. Vincey déclare qu'il faut au moins de 40 000 à 45 000 m^3 en moyenne, en opérant *par infiltration*, que certaines parties du sol de Gennevilliers nécessitent 160 000 m^3 par hectare, pour les prairies notamment, que cette expérience doit servir de base aux irrigations à l'eau d'égout.

C'est là une illusion. De ce que l'on fait absorber au sol en question, beaucoup d'eau d'égout, et qu'il y a épuration, il ne s'ensuit pas que cette proportion soit utile à la vie des plantes. Il ne faut pas confondre, en effet, la nutrition avec l'intempérance. Et d'ailleurs, quelle que soit la faculté d'absorption d'un buveur, on ne peut le faire boire pendant son sommeil ; or, pour les végétaux, ce sommeil a une durée de cinq ou six mois consécutifs. L'eau qu'on déverse sur la terre pendant ce temps-là ne leur sert donc à rien, l'épuration se fait par l'effet d'autres phénomènes que ceux de la végétation et sans profit pour l'agriculture.

Pendant d'autres périodes encore, celle de l'épiage pour les céréales, celle de l'approche de la maturité pour les betteraves et les autres racines, on ne peut abreuver la plante sans lui nuire, sans atténuer par exemple, le rendement en sucre, en alcool ou en fécule.

Il y a donc deux choses à considérer dans l'épuration des eaux d'égout par le sol, qu'il ne faut pas confondre : l'*utilisation agricole*, et l'*épuration elle-même*.

L'épuration terrienne peut se produire sans intervention d'aucune culture. C'est ainsi qu'à la station de Lawrence, aux Etats-Unis, on est parvenu à épurer, sur des couches de sable siliceux de 1,50 *m* de hauteur, en prenant les précautions utiles (par exemple, de faire des affusions intermittentes, régulièrement espacées, de protéger par des abris la surface d'un excès de soleil en été ou de la gelée en hiver), jusqu'à 175 000 m^3 par hectare et par an.

Sur les filtres à coke essayés à Londres, où il ne pouvait être question de végétation, on a épuré 11 000 m^3 par hectare *et par jour*, soit, en comptant le temps des repos à un sixième de la période active, 3 300 000 m^3 par hectare et par an ; et l'on est allé plus loin encore, jusqu'au double, en Angleterre, avec des filtres à coke spécialement disposés pour une aération interne intensive.

En présence de ces faits, si à Gennevilliers on peut épurer 169 000 m^3 par hectare, sur la partie aménagée en prairies, ce n'est pas dû aux prairies ; ce n'est surtout pas parce que les herbes cultivées ont besoin de cette quantité d'eau pour étancher leur soif. On a de tout aussi belles récoltes, six et sept coupes par an, à Berlin, à Beddington et ailleurs, avec six ou huit fois moins d'eau.

M. Badois fait remarquer que cette constatation a de l'importance, car, du tableau présenté par M. Vincey, relatif à la répartition des arrosages à Gennevilliers, on peut déduire que sur les 35 millions de mètres cubes d'eau d'égout déversés annuellement sur cette plaine de 800 *ha*, 20 millions de mètres cubes sont attribués à 150 *ha*, environ, arrosés

d'une façon plus qu'intensive ; il reste donc 15 000 000 m^3 pour les 650 *ha*, cultivés en légumes divers, asperges, choux, poireaux, etc., pour lesquels les propriétaires ne demandent, *en moyenne*, que 22 000 m^3 par an, et non 45 000 m^3. Il s'agit ici de culture maraîchère et de légumes de saison qui, comme on le sait, sont très avides d'eau et se succèdent deux ou trois fois par an sur le même champ.

Les conclusions de l'auteur sont donc infirmées par les faits eux-mêmes qu'il relate. De plus, on ne saurait affecter tous les champs d'épandage à la seule production maraichère.

La nécessité d'abreuver les plantes ne justifie donc nullement les doses exagérées d'arrosage de 40 000 m^3, *en moyenne*, par hectare de superficie totale du domaine, pratiquées par la Ville de Paris.

Berlin n'irrigue qu'à raison de 13 000 m^3 par hectare de surface effectivement arrosée ; si l'on tient compte des routes, chemins, cours et bâtiments d'exploitation, etc., ce chiffre correspond, pour la comparaison avec Paris, à 10 000 m^3 à peine par hectare du domaine consacré à l'épuration. On veut prouver que ces doses différentes sont analogues dans leurs effets, parce que les eaux d'égout de Berlin sont beaucoup plus riches et, dit-on, l'utilisation agricole des éléments fertiles n'y est pas plus élevée. C'est une erreur. La teneur en nitrates des eaux des drains de Berlin et leur composition démontrent une meilleure utilisation, par les cultures, des principes fertilisants, quoique le climat soit plus froid qu'à Paris. Mais, en outre, l'épuration par le sol argilo-sableux de Berlin est également meilleure, avec une moindre dose d'arrosage, qu'elle ne l'est à Paris, avec une dose triple ou quadruple. Cela résulte des analyses des eaux de drains qui accusent à Berlin moins de chlore et beaucoup moins de matières volatiles que n'en contenaient les eaux d'égout, tandis qu'à Paris le chlore n'est pas éliminé et les matières volatiles le sont en moindre proportion.

Ce point ne peut être sérieusement contesté et vient à l'encontre de la théorie de M. Vincey.

M. Badois, constate, en ce qui concerne le mécanisme de l'épuration terrienne, que le conférencier l'a à peine indiqué et s'est contenté de dire très sommairement que cette épuration s'opère par l'intervention d'un ferment nitrique qui transforme les matières organiques azotées en nitrates. Cette indication d'un organisme spécial, dont l'existence est connue depuis quelques années, formulée aussi succinctement, est loin d'expliquer d'une manière suffisante la série des phénomènes qui s'accomplissent dans le laboratoire mystérieux que constitue la couche arable des terrains cultivés.

Grâce aux expériences des savants tels que MM. Berthelot, Müntz, Schlœssing et Dehérain, on commence à y trouver quelque clarté.

La nitrification peut s'opérer en l'absence de toute végétation, sous l'influence du ferment nitrique, lequel n'a pas, d'ailleurs, exclusivement la terre pour habitat. Il se rencontre aussi dans les eaux d'égout. Celles-ci apportent elles-mêmes leur moyen d'épuration sur les sols stériles et sur les filtres à coke. M. Schlœssing a indiqué les principes de la nitrification, dans ce cas. Elle ne peut avoir lieu qu'à la faveur d'un excès d'oxygène et en présence d'une base, cette dernière s'emparant de l'acide

azotique produit, pour former un azotate soluble, entraîné par l'eau d'infiltration.

Le plus souvent, ce ferment nitrique n'agit pas directement sur la matière azotée brute, surtout lorsque l'oxygène fait défaut. Un phénomène de putréfaction précède alors son action, la substance organique se décompose en *produits hydrogénés*, ammoniaque, carbures et sulfures d'hydrogène ; ce n'est que lorsque l'oxygène est plus abondant que les *composés oxygénés de l'azote* se manifestent.

La chimie nous apprend que la plupart de ces derniers composés sont instables, qu'ils tendent tous à la formation du peroxyde d'azote ; celui-ci, lorsque le sol est humide, donne naissance à de l'acide azotique et à des combinaisons d'azote moins oxygénées qui se transforment aussi en acide azotique en présence de l'oxygène.

Cet acide azotique naissant non seulement s'unit aux bases qu'il rencontre pour former des nitrates, mais s'il se trouve en contact avec des matières organiques, il les détruit par suite de son pouvoir oxydant très énergique.

En conséquence, sans qu'il soit absolument besoin de mettre en jeu les faits biologiques, les phénomènes chimiques expliquent la nitrification lorsque, dans le sol humidifié, se trouvent à la fois des matières organiques, des sels terreux et de l'oxygène en suffisante abondance, même en dehors de la végétation. Une certaine température est encore nécessaire.

Il faut que le sol soit humidifié, mais non baigné d'eau d'une manière continue ; dans ce dernier cas, qui serait celui du filtrage, l'épuration peut se produire encore, mais par un autre phénomène qui consiste en une action mécanique d'abord, retenant à la surface les substances organiques solides, et ensuite dans la formation d'une membrane épuratrice qui détruit en partie les microorganismes et les matières azotées dissoutes.

On sait que de bons filtres à sable, aménagés pour un filtrage lent, permettent d'obtenir de l'eau suffisamment pure passant à raison de 1,50 m^3 à 2 m^3 par mètre carré et par jour, soit de 5 400 000 m^3 à 7 200 000 m^3 par hectare et par an.

Les eaux trop impures doivent être préalablement dégrossies soit par la décantation, soit par des appareils spéciaux, mais l'on remarquera que l'eau ainsi filtrée ne renferme à la suite de l'opération que des proportions minimes d'azotates en plus de ce qu'elle contenait primitivement. C'est un caractère qui la différencie des eaux d'égouts épurées par le sol ou par les filtres à coke et dans lesquelles les proportions d'azotates sont toujours considérables.

On remarquera aussi que les eaux de sources, épurées par un long parcours dans le sol profond, contiennent de très faibles quantités de nitrates. (On n'entend pas parler ici des eaux des nappes phréatiques ou de puits qui en renferment souvent beaucoup).

Il y a donc une grande différence de pureté entre les eaux de source et les eaux des drains de Gennevilliers et d'Achères qui en raison des azotates qu'elles recèlent accusent de 45 à 60 degrés hydrotimétriques. On donne comme indice de leur pureté que les poissons y vivent. Cela

ne prouve pas grand'chose, car l'eau de mer aussi fait vivre des poissons et elle est loin d'être potable.

M. Badois revient au phénomène de la nitrification en terrain cultivé. En plus des réactions qui ont été rappelées ci-dessus, il y a l'action des plantes. On sait maintenant qu'un certain nombre d'espèces végétales fixent directement l'azote gazeux de l'air au moyen d'organismes spéciaux logés généralement à l'origine des racines. D'autre part, il ne faut pas perdre de vue certains phénomènes physiques, qui accompagnent l'irrigation par infiltration. Les principaux sont les suivants: l'eau en s'infiltrant dans le sol y attire l'air extérieur par une sorte d'aspiration. Cet air est un mélange d'oxygène (20,8) et d'azote (79,1).

L'oxygène a une densité plus grande (1,105) que l'azote (0,97).

La solubilité dans l'eau de l'oxygène (0,041) est deux fois celle de l'azote (0,020), et cette solubilité pour les deux gaz varie en raison directe de la pression et inverse de la température.

Toutes ces conditions concourent à ce que l'azote atmosphérique entré dans le sol reste à la partie supérieure de la couche de terre arable, tandis que l'oxygène a une tendance à pénétrer plus facilement dans le bas. Il y a ainsi un commencement de séparation et de superposition des deux gaz. Une partie de l'azote gazeux peut être fixé directement en haut et la proportion du mélange des deux gaz doit se modifier de plus en plus en descendant. Cette proportion qui était de quatre d'azote pour un d'oxygène dans l'atmosphère, s'amoindrit successivement, et il se trouve un point où elle devient un d'azote pour un d'oxygène et où, par conséquent, le protoxyde d'azote peut prendre naissance, puis ensuite le bioxyde et les composés plus oxygénés de l'azote, jusqu'au peroxyde qui, comme il a été expliqué ci-dessus, se transforme en acide azotique sous l'influence de l'humidité.

Ces réactions qui se succèdent et se renouvellent sans cesse dans l'épaisseur de la couche végétale sont indépendantes de l'action des ferments nitriques et se produisent parallèlement. Elles conduisent aussi à la purification de l'eau chargée de matières azotées, mais en servant plus efficacement à la végétation. Un certain temps est nécessaire pour leur accomplissement. Il n'y a donc pas à redouter, si l'on cherche l'intérêt agricole, une perméabilité du sol moindre que celle des terrains de Gennevilliers, ni par suite, des doses d'arrosage plus réduites.

M. Badois termine en disant que ses conclusions seront contraires à celles de M. Vincey. Il croit avoir démontré qu'en adoptant la dose d'arrosage de 40 000 m^3 par hectare et par an pour l'épandage des eaux d'égout, on commet un véritable *gaspillage agricole;* non seulement parce que, comme le reconnait M. Vincey, on met par hectare dix fois plus d'éléments fertilisants que les plus riches récoltes ne peuvent en utiliser, mais encore parce que l'on abreuve les plantes les plus avides d'eau, trois ou quatre fois plus qu'il n'est nécessaire.

Un meilleur principe, suivant lui, est de donner aux cultures les engrais qu'elles comportent, d'une part, et d'autre part, l'eau qu'il leur faut, sans exagération.

Cela conduit, non pas à diluer outre mesure les principes fertilisants dans les égouts, mais au contraire, à les recueillir au maximum de

richesse possible, par une canalisation spéciale d'où seraient exclues les eaux pluviales et d'arrosage.

Les champs d'épandage devraient être aménagés pour offrir de grandes surfaces irrigables permettant d'arroser les cultures à dose raisonnable et en temps opportun, sauf à réserver, comme à Reims, des espaces spéciaux pour les trop-pleins accidentels que l'on déverse là sur des terrains plantés en joncs supportant une immersion plus grande.

M. Badois ajoute que la Ville de Paris semble reconnaître maintenant, au point de vue agricole, l'exagération de la dose de 40 000 m^3 par hectare, puisqu'il est question non plus d'irriguer 4 400 *ha* avec les 160 000 000 m^3 d'eaux d'égout comptés annuellement (ce chiffre dépasse aujourd'hui 210 000 000 m^3), mais 18 000 *ha*.

En faisant un nouvel effort pour étendre encore les champs d'épandage, la Municipalité de Paris suivrait la bonne voie, qui est de favoriser l'utilisation agricole des eaux d'égout et non leur épuration stricte.

Il est à croire qu'elle y arrivera et que les communications faites depuis plusieurs années dans ce but, devant la Société des Agriculteurs et ici même à la Société des Ingénieurs Civils, n'auront pas été sans influence sur cet heureux résultat.

M. Vincey, répondant à M. Badois, expose qu'il ne saurait être judicieux de dire qu'on ne doive irriguer, en France, qu'à raison de 10 000 à 12 000 m^3 par hectare et par an.

La dose annuelle d'irrigation dépend surtout de trois choses : la nature du sol, le genre de culture et le climat. Elle ne peut être déterminée que par l'expérience.

A Gennevilliers, une expérience de vingt-cinq ans a démontré, que, étant données la perméabilité du terrain et la nature des cultures, la dose moyenne annuelle, par hectare et par an, de 41 000 m^3 était la bonne. Aucun agronome n'est fondé à dire que les cultivateurs de ce pays ont tort. Il en est de même à Achères, où la dose moyenne annuelle à l'hectare ne dépasse pas 40 000 m^3.

Dans ces territoires d'épuration, cette dose moyenne est surtout applicable aux terres sableuses des alluvions anciennes, qui constituent la plus grande étendue. Si l'on recherchait la dose moyenne annuelle d'utilisation agricole des terres argileuses, d'alluvions modernes, que l'on rencontre aussi dans ces régions, on verrait qu'elle est à peine égale au tiers de celle des graviers anciens, pourtant bien voisins et portant la même récolte.

La dose d'irrigation annuelle, à l'eau d'égout comme à l'eau ordinaire, est si variable selon la perméabilité des terrains que M. Vincey déclare, en ce qui le concerne, qu'il a aménagé et dirige des champs d'épuration qui n'utilisent culturalement que 7 000 m^3 par hectare et par an, comme à l'asile d'aliénés de Vaucluse, en Seine-et-Oise, dans des glaises vertes et des marnes blanches supragypseuses ; à 12 000 m^3, comme à Cempuis (Oise), dans des argiles à silex de la craie supérieure.

L'orateur pense aussi que le coefficient épurateur des marnes supérieures du calcaire grossier, des sables de Beauchamp et des marnes de Saint-Ouen, du territoire de Méry-Pierrelaye, sera inférieur à celui,

si bien étudié aujourd'hui, des graviers anciens des méandres de la Seine.

Pour ce qui est de la dose d'irrigation selon les climats, M. Vincey expose que, contrairement à ce que semble penser M. Badois, pour des mêmes terrains et des mêmes genres de récoltes, on irrigue à plus haute dose dans le Nord que dans le Midi. Cela tient à ce que, par l'irrigation à l'eau ordinaire, dans les régions méridionales, c'est l'humectation périodique que l'on recherche surtout ; alors que c'est la fertilité que l'on désire atteindre particulièrement dans les pays septentrionaux.

M. Vincey dit, qu'à Édimbourg, pour le seul besoin des récoltes, on irrigue les prairies à l'eau d'égout à la dose annuelle dépassant 100 000 m^3 par hectare. Il expose également que, dans l'ensemble des champs d'épuration d'une ville, il est besoin d'avoir ces cultures variées, se chevauchant au point de vue des façons arables et des récoltes, pour les raisons signalées par M. Badois. Il annonce aussi qu'on n'y cultive pas les céréales à cause de la *verse* immanquable que produirait l'excès de fertilité contenue dans l'eau d'égout.

Au résumé, M. Vincey dit, que pour ses intérêts financiers, aussi bien que pour des raisons d'hygiène, on ne saurait reprocher à Paris de rechercher les natures de sol et les genres de cultures les plus épurateurs qu'elle ait à sa portée.

Sans suivre M. Badois dans sa théorie fort contestable du mécanisme chimique de l'épuration terrienne, M. Vincey dit que les conditions d'une bonne épuration, dans un terrain très perméable à l'air et à l'eau, sont les alternatives franches et rapides entre l'état d'humectation et l'état d'aération. Les terrains marécageux n'épurent pas ou épurent très mal, parce qu'ils ne sont jamais aérés. Ce sont des milieux réducteurs et non oxydants. Contrairement à ce que paraît croire M. Badois, les terres argileuses qui ne réclament l'irrigation annuelle qu'à 10 000 m^3 par hectare, épurent moins complètement l'eau d'égout que les sols très perméables, et ce parce qu'elles ne s'assèchent, autrement dit ne s'aèrent que très imparfaitement.

M. Vincey le répète : c'est avec des eaux très diluées, utilisées à haute dose sur des terrains très perméables et pour des cultures très épuratrices que, par l'irrigation à l'eau d'égout, on satisfait le mieux à la fois les intérêts de l'hygiène publique, de l'économie rurale et les intérêts financiers des cités, qui sont bien aussi à considérer.

Tous ces intérêts auraient été compromis si, pour l'assainissement parisien, on eût suivi le projet préconisé par M. Badois, qui consiste à obtenir des eaux du déchet de la vie humaine plus concentrées, par le système de la canalisation séparée, et à les épurer à faible dose sur d'énormes étendues des terrains argileux humides des plateaux de la Brie ou de la Beauce.

M. Vincey dit aussi que les eaux du drainage ordinaire des terres non arrosées à l'eau d'égout contiennent toujours des nitrates alcalins et alcalino-terreux. C'est même par cette nitrification normale que se perdent habituellement les principes de la fertilité de la couche arable des terres cultivées. On connaît, à ce sujet, les magnifiques et récents

travaux de M. Dehérain, qui ont pour conséquence de proscrire la jachère sans emblavure, pour éviter les déperditions de l'azote nitrifié.

M. Vincey expose également que, dans les champs d'épuration, on cultive assez peu les plantes légumineuses qui, seules, ont la propriété de fixer l'azote libre de l'atmosphère. Ce sont les graminées qui y dominent dans les prairies, à cause de la grande quantité d'azote apportée par l'eau d'égout.

La question de la fixation de l'azote libre de l'atmosphère par les plantes n'a, d'ailleurs, aucun intérêt dans les champs d'épuration, attendu que l'eau d'égout y apporte toujours un excès d'azote fertilisateur.

Après quelques observations présentées par M. Marboutin, M. le Président remercie M. Vincey d'avoir exposé à la Société, avec une grande compétence, les travaux si importants effectués pour *l'épuration* terrienne des eaux d'égout dans la banlieue de Paris. Ces travaux qui intéressent vivement tous nos Collègues, ont pour résultat pratique de débarrasser le fleuve des impuretés qui le souillaient d'une façon si préjudiciable aux riverains. Il remercie également M. Badois d'avoir présenté à la suite de cette communication une série d'observations qui tendent à démontrer que *l'utilisation* des eaux d'égouts pourrait être augmentée dans une large mesure au grand profit de l'agriculture.

M. le Président ajoute que cette étude serait utilement complétée par une visite au domaine d'Achères, ce qui permettrait de continuer sur place l'intéressante discussion à laquelle a donné lieu la communication de M. Vincey.

M. Vincey s'associe pleinement à cette idée, et dit que son chef, M. l'Ingénieur en chef Launay, présent à cette séance, et lui-même se feront un plaisir de recevoir les Membres de la Société et leur donner sur place les renseignements complémentaires dont M. Badois signalait l'absence, et que le temps limité dont il disposait ne lui avait pas permis de développer.

M. le Président remercie M. Launay d'avoir bien voulu assister à la séance et prend acte de l'offre obligeante de M. Vincey, en le priant d'organiser prochainement la visite projetée.

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admission de MM. A. Balas, L.-G. de Bellescize, A. Brice, L. Canneva, R.-A. Cottin, A. Ducloux, F. Lainnet, J.-G.-G. Laquai, E.-M.-C. du Marais, J.-A. Simonet, E.-M.-M. Massabieaux, W. van Slooten, P. Thézard, et P. Torchet, comme membres sociétaires et de M. A. Berthelot, comme membre associé.

MM. L.-C.-A. Benouville, L.-H. Besson, P. Brateau, M.-L. Denayrouze, V. Goriatschkovsky, V. Libaud, J. Maurer, A. Raquez et A. Tropenas, sont reçus comme membres sociétaires.

La séance est levée à minuit moins le quart.

Le Secrétaire,
Georges Courtois.

L'ALCOOL ET LES EAUX-DE-VIE

PAR

M. E. BARBET

Défiez-vous du premier mouvement, car c'est le bon, disait Talleyrand.

C'est en ce moment que je reconnais combien ce mot est juste. Mon premier mouvement, lorsque notre Président a fait appel aux sentiments de respectueuse amitié que je professe à son égard, pour me demander une communication sur l'alcool et les eaux-de-vie, mon premier mouvement, dis-je, a été de m'incliner devant ce désir trop flatteur. Mais, maintenant que me voici au pied du mur, je tremble de ma témérité, et j'en suis réduit, pour l'excuser, à découvrir le Président, et à le rendre responsable devant vous des développements que va comporter un sujet assez étranger à vos préoccupations professionnelles.

Heureusement, y a-t-il dans l'étude de la distillerie, à côté des problèmes très spéciaux que soulève la technique de cette industrie, d'autres questions d'un intérêt plus général, en ce qu'elles s'adressent à tous les consommateurs.

Or, vous tous, Messieurs, peu ou prou, vous êtes des consommateurs de boissons alcooliques ou alcoolisées, et vous avez le droit de demander aux techniciens-spécialistes qui font partie de votre Société, si le problème hygiénique, encore bien obscur dans l'esprit des médecins, n'est pas plutôt du ressort de l'ingénieur et du chimiste. Que sait-on sur les causes de l'alcoolisme? Quels sont ces poisons redoutables dénoncés par les hygiénistes? Quels sont les moyens industriels que l'on peut employer pour diminuer le danger? Quels sont enfin les progrès récents, dans le domaine de la fermentation ou dans celui de la rectification, qui aient chance de délivrer l'humanité de tous les maux que l'alcoolisme moderne traîne à sa suite?

Abstinence totale et radicale de toute liqueur et de toute boisson fermentée, prêchent les apôtres du Congrès antialcoolique récemment réuni à Paris! C'est une solution simpliste autant que sûre. Mais si nous en faisions autant pour tout ce dont l'abus

occasionne des maladies, nous ne vivrions plus que d'abstinence.

L'Ingénieur ne doit pas se décourager devant les difficultés du problème à résoudre, et il doit demander au chimiste de lui tracer la route à suivre. N'est-ce pas la chimie qui est la clef de toutes les industries agricoles? Les travaux immortels de Pasteur ont éclairé d'un jour tout nouveau le rôle des ferments et des faux ferments ou bactéries; c'est à nous de canaliser au profit de l'industrie la bienfaisance de certains infiniment petits, et de combattre le génie du mal représenté par tous les bacilles à sécrétions toxiques.

A l'instar de certains spécialistes, nous devons répondre aux congressistes de la Ligue : Guérissons et n'arrachons pas! Car les industries de la fermentation représentent des richesses nationales, qu'il serait criminel de ruiner inconsidérément.

Toutes les sources actuelles de l'alcool sont exclusivement agricoles, et représentent pour la culture une somme de revenus considérables.

Dans le Midi, ce sont les eaux-de-vie de vins, auxquelles les Charentes ont dû des années d'une prospérité inouïe; à l'Ouest et à l'Est, les eaux-de-vie de fruits, de pommes, de cerises, de prunes. Au Nord, la distillerie de la betterave et de la mélasse de betteraves. Enfin, un peu partout, la distillation des grains, traitée en intruse, parce qu'elle emprunte une bonne partie de ses matières premières agricoles à la culture exotique, au lieu de les puiser uniquement dans le sol français.

Je passe sous silence la pomme de terre, parce que l'on en distille extrêmement peu en France, tandis qu'en Allemagne, elle représente au moins les deux tiers de la production totale.

Si, au point de vue du goût, les eaux-de-vie de fruits l'emportent de beaucoup, comme valeur intrinsèque, sur tous les alcools dits industriels (betterave, mélasses et grains), en revanche, pour la culture, la distillation industrielle offre des avantages inappréciables, parce qu'elle fournit des résidus nutritifs à bon marché; cette nourriture permet de faire du bétail, qui, à son tour, donne du fumier, c'est-à-dire de la fertilité aux terres. Aussi la betterave est-elle une richesse équivalente à celle de la vigne, exception faite des quelques localités privilégiées par la finesse de leur cru.

Quelle est la production de la France? Si l'on consulte les statistiques officielles, l'on constate qu'il se fait environ 2200000 *hl* par an, comptés à 100°, et que, sur ce chiffre, l'ensemble des

eaux-de-vie de vin, de lies, de marcs et de fruits divers, figure à peine pour 160 à 190 000 *hl*, suivant les récoltes.

Mais la statistique, faite par la régie, est inexacte, car la régie ne veut connaître que ce qui lui a payé les droits; pour elle, toute la production des bouilleurs de cru est censée ne pas exister.

Pour montrer à quel point la statistique est erronée, il suffit de dire qu'il y a plus de 900 000 bouilleurs de cru déclarés, et que si ces bouilleurs ne produisaient, en tout, que 160 000 *hl*, cela ferait une moyenne de 17 *l* par bouilleur, soit à peine une barrique mise en distillation. Est-ce admissible, surtout si l'on songe que certaines grosses maisons des Charentes produisent annuellement plus de 10 000 *hl* chacune?

Il est impossible de faire une évaluation exacte, mais il n'est pas exagéré de dire que les eaux-de-vie doivent atteindre certainement le chiffre de 500 000 *hl*, c'est-à-dire le cinquième ou le quart de la production française. Enfin, la valeur totale des alcools et des eaux-de-vie représente au moins 140 à 150 millions de francs.

Ce qui précède suffit à démontrer l'importance de la distillerie au point de vue agricole, et légitime les efforts qui sont faits pour la développer.

Mais il y a une ombre au tableau, c'est l'alcoolisme. Faut-il, en raison de ce fléau redoutable, renoncer péremptoirement à tous les avantages culturaux de la distillerie? L'ingénieur ne peut-il pas d'une part atténuer les effets désastreux de l'alcool sur l'homme par des procédés de fabrication ou d'épuration plus perfectionnés? Ne peut-il pas, surtout, trouver des débouchés nouveaux à l'alcool, permettant de doubler ou de tripler le nombre des distilleries, mais sans augmenter la consommation de cette boisson dangereuse?

C'est là le double point de vue qui peut vous intéresser; aussi me suis-je proposé de vous résumer les progrès récents qui ont été réalisés pendant ces dernières années dans ces deux ordres d'idées.

Parlons d'abord des efforts qui ont été faits pour trouver des débouchés industriels nouveaux à l'alcool.

Jusqu'à présent les emplois de l'alcool n'exigent en France qu'environ 150 000 *hl*; ces emplois divers sont principalement: le chauffage, la fabrication du vinaigre, des vernis, des produits pharmaceutiques, de l'éther sulfurique, etc.

Depuis que le droit sur les alcools dénaturés a été abaissé de 37,50 *f* à 3 *f*, la consommation de ces alcools semble avoir déjà augmenté de 30 0/0 ; mais nous sommes encore bien loin des Allemands, qui, grâce à une réglementation très libérale, ont déjà atteint une consommation annuelle de 870 000 *hl* (six fois plus que la France).

Ce que l'on poursuit actuellement, et il semble que l'on approche de la solution favorable définitive, c'est l'éclairage public ou domestique, et enfin l'automobilisme par l'alcool.

L'éclairage par l'alcool serait une révolution qui rendrait à l'agriculture son ancien apanage. N'était-ce pas elle, en effet, qui produisait les huiles végétales (olive, colza) et les suifs d'où l'on extrayait la chandelle, puis la bougie ? Les cierges, les torches de résine, étaient aussi d'origine agricole.

Peu à peu sont survenus le gaz de houille, puis le pétrole, puis enfin l'électricité, qui ont tous leur origine dans le règne minéral, et les anciennes sources de lumière ont été presque taries ; l'agriculture a été dépossédéé de son monopole. Dans une prochaine communication, M. Denayrouze, l'un de ceux qui ont fait faire jusqu'à présent les progrès les plus remarquables à l'éclairage par l'alcool, se chargera de vous donner tous les développements que comporte un pareil sujet. Qu'il me suffise de vous dire pour aujourd'hui que si l'on parvenait à détrôner totalement le pétrole, il faudrait, calcule-t-on, tripler le nombre des distilleries d'alcool existant actuellement en France ; aussi l'agriculture suit-elle les essais d'éclairage avec un intérêt facile à comprendre.

A côté de ce débouché, il en est un autre qui réclame plus directement le concours des ingénieurs, c'est celui de l'automobilisme.

En éclairage, on ne peut guère calculer d'avance les résultats à espérer, tandis que pour la force motrice l'ingénieur peut très bien prévoir les effets dynamiques qu'il obtiendra soit de l'alcool pur, soit de l'alcool carburé par des substances convenables pouvant rétablir une composition chimique plus favorable à la force d'explosion.

L'automobilisme est une des préoccupations favorites de la Société des Ingénieurs Civils ; c'est aux spécialistes de la nouvelle locomotion que je m'adresse, car ils n'ignorent pas les efforts faits dans la direction de l'alcool, substitué au pétrole, et bien mieux que moi ils pourraient vous exposer l'état de la question.

Toute adaptation industrielle nouvelle exige des tâtonnements pour la mise au point; les proportions, les sections des orifices ont besoin d'être modifiées chaque fois que l'on fait varier la composition des vapeurs explosives. Une maison de construction de premier ordre s'est particulièrement attelée à ce problème, et les résultats à ce jour sont déjà très satisfaisants. Le plus tangible est la suppression du sillage de mauvaise odeur laissé par les automobiles à pétrole, inconvénient tellement désagréable qu'il serait impossible à Paris de laisser indéfiniment se multiplier cette locomotion. L'alcool dénaturé et carburé ne laisse pour ainsi dire pas d'odeur par sa combustion dans les automobiles, de sorte que, même légèrement plus coûteux, il pourrait devenir l'objet d'une préférence justifiée.

Je n'ai fait qu'esquisser à grands traits cette question des débouchés industriels nouveaux, parce qu'en somme, tout en ayant dès maintenant la vision très nette des progrès qui vont s'accomplir, nous n'en sommes encore qu'à la période de gestation. Mais pour la question de la purification des alcools que je vais maintenant aborder, nous sommes plus avancés, et je pourrai m'étendre d'avantage.

Eaux-de-vie et alcools.

Il faut tout d'abord rappeler la distinction capitale que l'on fait entre les eaux-de-vie dites *naturelles* et les alcools dits « alcools d'industrie ».

Tous les fruits sucrés sont susceptibles de fermenter et de donner par distillation une certaine eau-de-vie. Presque toujours ces fermentations se font spontanément, sans ensemencement de levure, parce que tous les fruits sont abondamment pourvus à leur surface de levures naturelles. Presque toujours, enfin, l'eau-de-vie ainsi obtenue au simple alambic, sans purification, possède une saveur et une odeur agréables rappelant le fruit d'origine.

Pour les plantes industrielles, au contraire, betteraves, pommes de terre, grains, ou pour les résidus industriels, comme la mélasse, on est obligé de provoquer la fermentation par un commencement de levure; l'eau de vie qui en provient est chargée d'impuretés de fermentation, et, en plus, elle conserve une odeur d'origine qui est généralement fort déplaisante (sauf l'eau-de-vie de seigle et de malt, qui est la base du genièvre). Avant

d'utiliser cette eau-de-vie brute, que l'on appelle « flegme », on ne peut se dispenser d'en faire une purification, une rectification très soignée, pour éliminer toutes les impuretés odorantes.

On ne peut nier que le fléau de l'alcoolisme ne date de l'apparition de l'alcool d'industrie. Est-ce l'abus provoqué par le bon marché relatif de l'alcool d'industrie, ou bien est-ce la présence d'impuretés nouvelles à qui l'on doive imputer les accès délirants et tout le cortège de misères humaines qui frappent l'alcoolique et sa descendance ?

L'abus est certainement un facteur important, prépondérant même, comme pour les meilleures choses ici-bas. Mais les signes caractéristiques de l'ivresse passagère et de l'ivrognerie invétérée ont tous deux changé de forme et se sont sérieusement aggravés.

L'on s'est mis à analyser les alcools et les eaux-de-vie, et, résultat étrange au premier abord, l'on a trouvé beaucoup plus d'aldéhydes, d'éthers, de bases, d'alcools supérieurs, beaucoup plus d'impuretés, en un mot, dans les eaux-de-vie les plus authentiques et les plus fines que dans les alcools d'industrie du commerce.

Quelques personnes pressées en ont conclu aussitôt que les impuretés n'étaient rien et que l'abus était tout.

Il faut, au contraire admettre une autre conclusion bien plus humiliante, c'est que les chimistes n'ont pas su analyser, ni déceler ce qui est véritablement nuisible dans les alcools d'industrie. Mais, de ce que l'on n'a pas encore isolé, ni stigmatisé les produits malfaisants, il ne faut pas induire que tout est pour le mieux dans la composition des alcools rectifiés.

L'on a fait ensuite remarquer que l'alcool n'est jamais tel qu'il sort du rectificateur, et que, toujours, il est parfumé artificiellement. D'où, nouvelle thèse, non moins hâtive et excessive : « Tous les parfums quelconques ajoutés à l'alcool, a-t-on prétendu, rendent cet alcool dangereux et même toxique. »

Il faut se défier de toutes les généralisations trop faciles. L'anathème est certainement justifié pour beaucoup de bouquets artificiels, ou même de parfums naturels comme l'absinthe. Mais comment pourrait-on justifier que des fruits inoffensifs, tels que les cerises, les prunes, les oranges, pussent communiquer à l'alcool, dans lequel on les macère, un pouvoir toxique qu'ils ne possèdent pas ? L'exagération est l'ennemie de la vérité.

Passons rapidement en revue les divers produits étrangers que

l'on peut rencontrer dans les liqueurs du commerce. Nous les diviserons en trois catégories bien tranchées :

1° Les odeurs d'origine, apportées dans l'alcool par la matière première alcoolisable qui lui a donné naissance, agréables lorsqu'elles proviennent de fruits et déplaisantes lorsqu'elles viennent de la betterave ou de sa mélasse. Mais quel rapport peut-il y avoir entre les qualités olfactives et l'influence bonne ou mauvaise sur l'économie ? Toutes ces odeurs préexistent, et je ne sache pas qu'elles rendent nuisible l'emploi direct de la betterave dans l'alimentation de l'homme ou des animaux ;

2° Les produits étrangers apportés par la fermentation. Tels sont les acides gras, les aldéhydes, les éthers, les alcools supérieurs et les bases ;

3° Enfin, les parfums rajoutés pour transformer l'alcool en liqueur.

Pour la première et la troisième catégorie, la chimie, jusqu'à présent, est tout à fait impuissante, mais elle est en bien meilleure posture pour les produits de la deuxième catégorie, lorsque l'alcool n'a encore subi aucune préparation destinée à le parfumer.

Elle possède des réactifs pour ces différentes classes d'impuretés, mais il faut néanmoins confesser tout de suite qu'à part quelques exceptions, elle ne sait guère distinguer les diverses variétés dont chaque groupe est composé.

Prenons, par exemple, la classe des éthers qui est représentée dans les alcools d'industrie ou dans les eaux-de-vie par un nombre considérable de variétés.

On a pu, il est vrai, caractériser un certain nombre d'entre elles dans les « mauvais goûts » de rectification. Mais, quand on analyse un alcool fin et que la dose totale des éthers est très faible, le chimiste n'est plus capable de reconnaître les variétés d'éthers en présence desquels il se trouve.

Pourtant cette distinction pourrait bien avoir son utilité au point de vue hygiénique.

Prenons un exemple : l'éther œnanthique, que l'on trouve dans les eaux-de-vie de vin, et surtout dans les eaux-de-vie de lie. Cet éther a une puissance aromatique énorme ; une goutte suffit à parfumer sensiblement plusieurs litres d'alcool. Or, même à cette dose infinitésimale, l'éther œnanthique est indigeste. Nous ne disons pas qu'il est toxique, nous ne le savons pas ; mais,

en tout cas, l'estomac manifeste sa révolte par des manifestations spéciales dont les Charentais tirent vanité.

C'est un diagnostic d'origine, diagnostic d'une valeur très douteuse actuellement, car on ne se gêne pas pour ajouter artificiellement de l'éther œnanthique aux eaux-de-vie. La seule conclusion que nous désirions tirer, pour le moment, de cet exemple, c'est que voilà un infiniment petit, qu'aucun chimiste au monde ne pourrait doser dans le verre de liqueur qui a été absorbé, et qui, néanmoins, engendre des manifestations physiologiques indiscutables chez un être dont le poids vif est de 70 à 75 *kg*.

Qui peut nous dire quel sera le résultat de l'ingestion périodique et journalière de cette dose, insaisissable pour le chimiste, mais active pour l'estomac? Qui peut dire enfin s'il n'existe pas d'autres « impuretés » échappant à la fois aux réactifs, à l'odorat, à la dégustation et à la sensibilité stomacale, mais agissant chaque jour sur un autre quelconque de nos organes, le foie, le cerveau, les reins, etc. ?

Pour certains corps déterminés, l'éther acétique, l'aldéhyde, l'alcool amylique, etc., MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé, M. Laborde, etc., ont évalué l'effet physiologique comparativement à l'alcool, les uns et les autres étant employés à dose massive. Mais la dose minime quotidienne n'a pas été étudiée et, d'autre part, il ne faut pas conclure de l'éther acétique à toutes les sortes d'éthers, de l'aldéhyde acétique à toutes les aldéhydes (nous savons, en effet, que l'aldéhyde pyromucique ou furfurol, est plus dangereuse que l'aldéhyde acétique), ni enfin de l'alcool amylique à tous les corps qui composent les « fusels ».

Le chimiste qui ne saura que dire : « Il y a en bloc tant d'éthers évalués en éther acétique », ne donnera donc qu'un rudiment de renseignement tout à fait insuffisant pour juger de la nocivité de l'alcool.

Donc le problème de la nocivité d'un alcool réclame le concours simultané du chimiste pour caractériser, si possible, les diverses variétés dans chaque groupe d'impuretés, et de l'hygiéniste pour fixer l'influence physiologique particulière à chacune de ces variétés. Que de chemin à parcourir encore dans cette voie !

Quelque rudimentaires que soient nos connaissances actuellement, nous ne sommes pourtant pas absolument désarmés et, avant d'aborder l'état de la question au point de vue chimique,

nous devons faire encore une observation importante au point de vue de la question hygiénique.

Prenons d'abord les alcools d'industrie. La rectification, avec les perfectionnements récents, permet d'arriver à une pureté telle, qu'aucun de nos réactifs chimiques les plus sensibles ne donne plus d'indication.

Or, certains de nos réactifs sont sensibles à 1/200 000; d'autres même à 1/1 000 000; nous pouvons dire que cette rectification, poussée à sa perfection, a réduit les grosses impuretés, facilement analysables, à une dose 200, 500 ou peut-être même 1 000 fois plus faible que celle qui existait antérieurement dans le flegme.

Or, la purification par rectification s'exerce sur tous les corps étrangers à la fois, avec des coefficients variables, il est vrai, mais enfin il y a une corrélation indiscutable. Donc, s'il préexistait dans le flegme quelques traces d'impuretés particulièrement nocives, pouvant agir physiologiquement, mais déjà en doses trop faibles pour être caractérisées chimiquement, il n'est pas téméraire de prétendre que cette impureté a subi, elle aussi, une élimination d'autant plus complète que les autres grosses impuretés ont elles-mêmes été mieux fractionnées. Et c'est cela l'argument décisif qui milite en faveur d'une rectification très soignée à rendre obligatoire : c'est le souci d'atteindre l'ennemi inconnu et supposé. Car, s'il ne s'agissait que des produits connus et étudiés par Dujardin-Beaumetz, point ne serait besoin de rechercher la petite bête, et un simple dégrossissage des flegmes suffirait à résoudre le problème hygiénique, vu le faible coefficient toxique de ces produits.

Les statistiques sur l'alcoolisme ont fait naître un doute sur l'alcool d'industrie, comparée à l'ancienne eau-de-vie de vin. Justifiée ou non, cette inquiétude existe chez certains esprits; elle est affirmée énergiquement par nombre de médecins. Eh bien ! en attendant que ce doute soit éclairci dans un sens ou dans l'autre, ce qui pourra être long, il faut rectifier à fond les alcools, chose qui n'est ni difficile ni coûteuse. C'est un moyen pratique et incontestable de réduire au minimum le danger hygiénique supposé par les statisticiens.

Voyons maintenant les eaux-de-vie dites naturelles. Nous demandons à faire ressortir un fait qu'on n'a jamais pris soin de mettre en lumière, et qui peut bien avoir son importance au point de vue qui nous occupe. C'est que les vins bien faits, destinés à

faire les bonnes eaux-de-vie, ont subi des fermentations qui ne sont jamais bactériennes. Les conditions de milieu, d'acidité, de température, etc., sont telles que, malgré des durées de fermentation souvent fort longues, on ne saurait trouver de bactéries dans ces vins-là. Il peut s'en développer plus tard ; ce sont certaines maladies du vin. Mais, pendant la fermentation, on peut dire qu'il n'y en a pas, et le liquide fermenté se conserve généralement bien. La lie elle-même, c'est-à-dire le dépôt de levure de vin, se conserve plusieurs mois sans altération sensible, tandis que les levures blanches et soignées de nos distilleries industrielles, que l'on fournit à la boulangerie, se décomposent au bout de quarante-huit heures.

On peut dire qu'actuellement aucune fermentation industrielle ne se fait sans la présence de bactéries, et les vins d'industrie ont besoin d'être distillés au plus vite pour ne pas se corrompre.

N'y a-t-il pas là une différence qui pourrait, jusqu'à un certain point, occasionner des propriétés physiologiques dissemblables pour les produits distillés dans les deux cas?

Connaissons-nous les sécrétions des bactéries, alors qu'il y a encore tant de mystère dans celles des levures et dans les circonstances qui les modifient? Sans même aller jusqu'à la distillation, ne voyons-nous pas que le caractère de l'ivresse donnée par les diverses boissons dites hygiéniques, le vin, le cidre, la bière, n'est pas le même?

Enfin, ajoutons encore une dernière considération qui peut être fort sérieuse. On ne boit les véritables bonnes eaux-de-vie qu'après un long vieillissement qui a amendé et modifié profondément les qualités premières; tandis que l'alcool industriel est toujours envoyé à la consommation fort peu de temps après sa production. Le vieillissement à l'obscurité ne serait-il pas notre Providence? Des expériences précises montrent que la lumière du soleil surexcite d'une façon inouïe le pouvoir réducteur de l'alcool ou de ses impuretés. Peut-être le vieillissement, appliqué aux alcools d'industrie, serait-il le remède. Le whisky est essentiellement un alcool d'industrie ; vous savez que, pour l'améliorer, on le fait vieillir très longuement, et rarement moins de deux ans. Au Canada, il y a même une *loi* qui interdit de le mettre en vente avant deux ans, disant tout au long qu'avant cette période il est nuisible à la santé.... L'hypothèse n'est donc pas nouvelle, et nos hygiénistes feraient bien de prendre cette piste en sérieuse considération.

Ces quelques éclaircissements vous permettent de voir combien il est difficile qu'un contrôle chimique donne des résultats probants au point de vue de l'hygiène, au moins dans les conditions où l'on prétendait l'organiser.

Des personnes fort bien intentionnées, non seulement en France, mais aussi en Belgique et dans différents autres pays, prétendaient faire faire l'analyse chimique des alcools et déclarer qu'à deux millièmes d'impureté, l'alcool devait être rejeté comme impropre à la consommation. Malheureusement, vous avez vu qu'il y a impureté et impureté et, de plus, il n'y aura pas deux chimistes pour trouver les mêmes chiffres d'analyse, tant nos méthodes sont encore imparfaites.

Et puis, comme tout entre en ligne de compte, n'y a-t-il pas injustice criante à rebuter un alcool qui contiendra deux millièmes de certaines impuretés, tandis que telle autre impureté, à dose infinitésimale et non dosable, sera beaucoup plus dangereuse que dans un autre trois-six ?

Voici même à quel résultat l'on aboutirait, si l'on suivait cette règle de la limite d'impureté : quand il s'agirait d'alcool d'industrie, on condamnerait tout produit ayant plus de deux millièmes d'impureté; quand, au contraire, il s'agirait d'eau-de-vie, on rebuterait, comme frelaté par une forte addition d'alcool d'industrie, tout échantillon qui n'aurait pas au moins deux millièmes d'impureté. Peut-on vraiment faire une loi contenant deux prescriptions aussi inconciliables?

Il n'y a qu'une seule analyse sérieuse, c'est l'analyse par fractionnement, par rectification, au laboratoire. Mais combien longue et coûteuse ! Et puis, il faut avoir un ou deux hectolitres d'échantillon à sa disposition. On peut arriver, ainsi, à isoler les produits et à les caractériser.

Mais l'analyse commerciale rapide n'est pas une analyse au sens propre du mot ; elle agit sur de très faibles échantillons, et ne permet guère que des *essais*, la plupart du temps très empiriques.

Telles sont, par exemple, les épreuves dites « diaphanométriques », par l'acide sulfurique, le procédé de Rœse, par le chloroforme, et le procédé au permanganate de potasse. Ce dernier est d'une extrême sensibilité ; dès qu'il y a le moindre corps étranger dans l'alcool, la durée de décoloration, qui atteint et dépasse 60 minutes pour les alcools les plus purs que nous connaissions, s'abaisse sensiblement, au point d'être quelquefois

inférieure à 1 minute pour certains trois-six qualifiés fins. Malheureusement cela ne dit pas du tout en présence de quelles impuretés dominantes on se trouve. Si la décoloration est très longue, cela affirme que l'épuration chimique de l'alcool a été poussée très loin, et c'est bien quelque chose; mais une décoloration rapide peut parfois être occasionnée par des corps nullement nuisibles, tels que le sucre, les résines du bois des fûts, etc.

Tous nos essais empiriques ne sont applicables qu'à l'alcool *nature*, sortant de l'éprouvette. De l'eau de Cologne, essayée par ces procédés, donnera des réactions aussi intenses que les mauvais goûts les plus concentrés de nos usines.

En un mot, si un contrôle chimique pouvait être établi, il ne pourrait actuellement qu'être tout à fait intransigeant pour avoir une certaine valeur hygiénique : si, malgré leur sensibilité, aucun de nos essais chimiques ou empiriques ne donne plus de réaction, nous pouvons affirmer le parfait affinage et la très grande pureté de l'alcool. Mais, quant à établir une limite de tolérance de 1 ou 2 millièmes, il n'y faut pas songer ; ce serait absolument fantaisiste et arbitraire.

Je me suis étendu peut-être un peu longuement sur cette question de l'analyse des alcools, mais c'était nécessaire afin de montrer que nous sommes très peu avancés encore dans la connaissance intime de ces produits, et que nous en sommes encore réduits aux hypothèses et aux inductions.

Néanmoins, deux voies sont tracées à l'Ingénieur pour résoudre, aussi logiquement que possible, le problème hygiénique, avant même que les hygiénistes aient défini ce qui est toxique et ce qui ne l'est pas, avant que l'on connaisse également la source fatale des produits dangereux pour l'économie.

La première voie, c'est le perfectionnement des méthodes de purification ou de raffinage de l'alcool, question qui est essentiellement du ressort de l'Ingénieur, guidé par la chimie et par la physique.

La seconde, la plus logique incontestablement, est du ressort du microbiologiste : au lieu de s'évertuer à purifier l'alcool, ne vaut-il pas mieux rendre impossible la production des impuretés dangereuses ? Prévenir ne vaut-il pas mieux que guérir ?

C'est à cette tâche que s'appliquent les disciples de Pasteur ; presque tout est à créer, puisque malheureusement nous ne savons pas encore distinguer ce qui est bon de ce qui est mauvais. Néanmoins je pourrai vous parler tout à l'heure d'inno-

vations fort importantes, qui, directement émanées des théories du laboratoire, sont dès maintenant entrées dans la grande application industrielle.

J'examinerai d'abord le raffinage de l'alcool. Il en a été beaucoup question dans ces dernières années, parce que certains députés et économistes ont ardemment préconisé, comme remède à tous nos maux, l'attribution à l'État du monopole de la rectification des alcools.

A Dieu ne plaise que je fasse une incursion dans le domaine législatif, fiscal et économique. Qu'il me suffise de dire que l'État emprunterait nos propres méthodes de rectification et de raffinage, et qu'il les emploierait moins bien que nous, parce qu'il n'aurait plus le stimulant de la concurrence, ni la crainte des laissés pour compte. De plus, la rectification n'est que la moitié du problème ; comme nous l'avons dit plus haut, il vaut mieux remonter aux sources, c'est-à-dire jusqu'à la fermentation, pour tâcher de ne pas *produire* les impuretés. Logiquement l'État devrait donc s'attribuer le monopole de la fabrication elle-même, et non pas seulement du raffinage. Il y a de quoi reculer devant une telle entreprise qui débuterait par une dépense d'expropriation colossale.

Quoi qu'il en soit, examinons l'état actuel des procédés de rectification, car ils ont subi, dans ces dernières années, de nombreuses et importantes modifications.

La Rectification.

Le flegme, provenant de la distillation des vins industriels de betterave, de mélasse ou de grains, est très impur et d'odeur désagréable. Il faut le purifier et lui enlever sa mauvaise odeur, c'est ce que l'on appelle la *rectification*.

Ordinairement la rectification est intermittente, c'est-à-dire que l'on charge une certaine quantité de flegmes dans une chaudière surmontée d'une colonne à plateaux et d'un condenseur, on chauffe et l'on opère par fractionnements. Au début l'on sépare les impuretés les plus volatiles appelées produits de tête. La proportion des impuretés va en diminuant graduellement, et la purification devient suffisante pour que bientôt l'alcool soit considéré comme fin.

Plus tard apparaissent les impuretés moins volatiles que l'alcool appelées produits de queue ; on les recueille à part.

Il semble *a priori* que les fractionnements ne puissent pas se faire autrement que d'une façon intermittente, car l'alcool pur se trouve emprisonné dans la position intermédiaire entre les deux catégories d'impureté. On s'est longtemps buté à cette conception erronée.

Mais si l'on y réfléchit mieux, l'on finit par reconnaître qu'il n'y avait là qu'un préjugé, et que le problème n'a rien d'insoluble.

Supposons qu'il n'y ait dans les flegmes que des impuretés plus volatiles que l'alcool.

On ne dira pas que le fractionnement continu en soit impossible, puisque les colonnes à distiller continues donnent un exemple identique de séparation d'un produit plus volatil (l'alcool) d'un autre produit moins volatil (la vinasse). Les produits de tête sont aux flegmes ce que l'alcool est au vin ; donc, par des appareils analogues aux colonnes distillatoires continues, on doit pouvoir expulser du flegme toutes les impuretés les plus volatiles, et le liquide sortant au bas de l'appareil est un flegme épuré, qui ne contient plus, associés à l'alcool pur, que l'eau et les produits moins volatils.

Voilà donc un grand pas de fait, car il ne nous reste plus qu'à faire la séparation de l'alcool pur d'une part, puis, dans un second lot, de tout ce qui est moins volatil que lui, eau et huiles.

Ce problème est encore d'une nature analogue au précédent. Il est un peu plus délicat, il est vrai, pour certaines raisons que nous verrons plus loin, mais enfin l'on voit de suite qu'il est légitime d'en escompter la solution au moyen d'un appareil continu convenablement approprié.

En un mot, en recourant au grand principe de la division du travail l'on peut obtenir le fractionnement des deux grandes catégories d'impuretés par deux opérations successives et solidaires, toutes deux continues. Le problème de la rectification continue n'est donc nullement insoluble.

Il y a dans le flegme trois catégories principales de substances :

1° L'ensemble de tout ce qui est plus volatil que l'alcool ou produit de tête ;

2° L'alcool éthylique pur ;

3° L'ensemble de tout ce qui est moins volatil que l'alcool ou produits de queue.

Donc toute la science du distillateur doit tendre à ne faire que trois lots. Tous les autres sont des lots bâtards. De plus, il faut faire en sorte que le lot de tête et le lot de queue soient

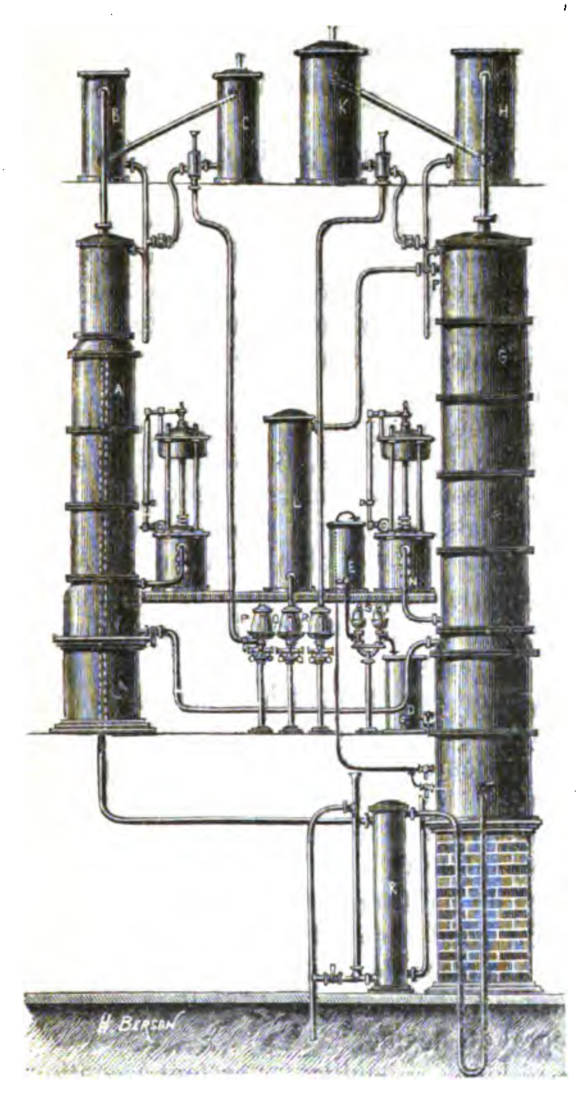


FIG. 1.

réduits au volume minimum. De même que nous possédons des colonnes à distiller qui fournissent du premier coup l'alcool à l'état très concentré, à très haut degré, de même il faudra agencer l'épurateur préalable des flegmes de façon qu'il ne nous

donne, autant que possible, que les produits de tête au maximum de concentration. Le problème est moins facile que celui de la séparation de l'alcool du vin, par suite des grandes affinités qui existent entre ces têtes et l'alcool ; mais on peut affirmer d'avance qu'il n'y a là qu'une difficulté technique à résoudre ; on en trouvera des solutions plus ou moins heureuses, mais on doit arriver au résultat.

De même pour la seconde partie de l'opération, c'est-à-dire pour la rectification proprement dite.

Voici d'ailleurs bon nombre d'années que la rectification continue des flegmes existe, elle est arrivée à un point où elle laisse loin derrière elle, comme pureté et qualité de l'alcool, les résultats de l'ancienne rectification intermittente.

Le cliché ci-contre (*fig. 1*) représente l'ensemble d'un rectificateur continu des flegmes.

A gauche se trouve l'épurateur continu, destiné à faire la distillation préalable, incomplète, du flegme. Il ne s'agit pas d'épuiser le liquide de son alcool, mais seulement de ses produits de tête. Si nous ne laissons sortir à l'éprouvette P que 5 ou 6 *l* de distillat par 100 *l* d'alcool absolu entrant en A sous forme de flegmes, il est certain que ces 5 ou 6 0/0 entraîneront tout ce que le flegme contient de plus volatil (c'est-à-dire les aldéhydes) à l'exclusion du reste.

La concentration des aldéhydes se fait par les procédés ordinaires dont nous allons parler tout à l'heure.

Le flegme descend méthodiquement dans la colonne A, tout comme le vin dans les colonnes à distiller ; arrivé au bas, il est dépouillé d'aldéhydes, et un tuyau-siphon le conduit au rectificateur proprement dit G.

Les tronçons du haut sont analogues à ceux d'un discontinu. Même rôle du condenseur H et du réfrigérant K. Mais à la partie basse, à la place de la grande chaudière du discontinu, il y a des tronçons à plateaux, afin de réaliser, cette fois-ci, l'épuisement intégral du flegme.

Les eaux résiduaires bouillantes sortent à continu au travers du tubulaire R, où elles restituent leur chaleur au flegme brut avant son entrée à l'épurateur.

N est un régulateur de vapeur, organe connu, dû à Savalle ; E est un réfrigérant pour une prise d'épreuve de l'épuisement au bas de l'appareil.

L'extraction des huiles amyliques se fait en *bb*, et se refroidit

dans le réfrigérant D; nous reviendrons tout à l'heure sur le principe de cette extraction, ainsi que sur le but du réfrigérant L que l'on voit au milieu du cliché. Pour comprendre le rôle de ces divers organes, il faut que nous disions quelques mots de la théorie de la rectification de l'alcool.

1° *Le condenseur n'est pas un analyseur*. L'on avait toujours professé que la déflegmation était l'inverse de la vaporisation, et que le condenseur liquéfiait les parties aqueuses et amyliques, les forçait à rétrograder au haut de l'appareil pour ne laisser passer au réfrigérant et à l'éprouvette que l'alcool concentré. C'est absolument faux. Le condenseur n'analyse pas d'une façon appréciable les liquides alcooliques, surtout lorsqu'ils sont à haut degré. Son rôle consiste uniquement à fournir une clairce pour laver méthodiquement les vapeurs alcooliques qui montent dans la colonne. C'est dans la colonne à plateaux exclusivement que réside le siège de l'affinage de l'alcool.

De même qu'en raffinerie de sucre il faut terminer le lavage du pain de sucre par une clairce très pure, de même en raffinage d'alcool on ne peut atteindre à la grande pureté que si la dernière clairce alcoolique est elle-même parfaitement pure. Le condenseur sert à prélever automatiquement cette clairce sur l'alcool produit; c'est une dîme nécessaire, dîme d'une importance exorbitante, car elle atteint et dépasse souvent 5/6 du volume des vapeurs qui arrivent au condenseur. Voilà le seul rôle que l'on doive rationnellement demander au condenseur.

La multiplicité des condenseurs est une erreur de principe.

L'emploi des condenseurs immédiatement au-dessus d'une chaudière, et au-dessous d'un nombre quelconque de plateaux, est une faute. Un condenseur, en effet, ne peut avoir d'utilité qu'autant que sa rétrogradation soit analysée dans une série de plateaux ne recevant aucun autre liquide que cette rétrogradation.

2° La perfection du clairçage, de l'affinage de l'alcool, autrement dit du classement et du triage des divers corps volatils en présence dans le flegme, dépend essentiellement de la bonne construction des plateaux. Avec un plateau rationnel on diminue la dépense de clairce ou de rétrogradation, celle-ci se trouvant mieux utilisée, et plus on diminue la proportion de clairce tout en arrivant à la pureté, plus l'appareil est économique comme eau et comme vapeur.

3° Lorsqu'on fait barboter une vapeur très volatile dans un liquide moins volatil qu'elle, cette vapeur traverse le liquide sans lui laisser ses éléments volatils, c'est-à-dire comme si le liquide n'existait pas.

Ce principe sert de base au mode de purification qui a été appelé « pasteurisation de l'alcool » et que nous allons expliquer en quelques mots :

Supposons un rectificateur continu que l'on aurait privé de son épurateur continu préalable. On obtiendrait à l'éprouvette non plus l'alcool pur, mais l'alcool mélangé à toute la proportion de produits de tête que contenaient les flegmes.

D'après ce que nous avons posé en principe un peu plus haut au sujet du condenseur, si l'alcool de l'éprouvette contient des impuretés de tête, le liquide de rétrogradation en contient aussi, et dans un proportion peu différente.

Or, ce liquide complexe rentre dans la colonne à plateaux, et ces plateaux constituent comme autant de petits alambics successifs où le liquide est soumis à une violente ébullition.

Nous pouvons prédire immédiatement ce qui va se passer.

La loi de la distillation des liquides complexes nous dit, en effet, que lorsqu'on fait bouillir un mélange de produits inégalement volatils, les premières vapeurs sont plus chargées en produits plus volatils que le liquide qui les engendre et le liquide bouillant tend à s'en débarrasser, à s'en purifier graduellement.

Notre rétrogradation était un mélange d'alcool avec une petite proportion de produits de tête ; puisque l'ébullition expulse les produits les plus volatils, le liquide qui reste sur les plateaux au bout de quelques instants devient de l'alcool beaucoup plus pur que la rétrogradation qui l'a engendré, c'est-à-dire bien plus pur que l'alcool de l'éprouvette.

Il est vrai que l'ébullition sur les plateaux n'est point le fait d'un chauffage par serpentin ; cette ébullition est le fait des vapeurs alcooliques ascendantes provenant des plateaux inférieurs, et ces vapeurs sont souillées de produits de tête, aldéhydes, éthers, etc., puisqu'il n'y a pas eu d'épuration préalable. Mais, ainsi que nous l'avons posé en principe, ces impuretés très volatiles ne peuvent être arrêtées et traversent le liquide des plateaux comme si ce liquide n'existait pas.

Donc si le liquide des plateaux est épuré à fond par l'ébullition, il restera pur, quoique soumis au barbotage d'une vapeur souillée d'un peu de produits de tête; il suffira d'opérer une ex-

traction continue de ce liquide rebouilli pour avoir un alcool particulièrement doux, vieilli et très pur aux réactifs des produits de tête.

L'ancienne théorie dirait que cét alcool doit être souillé de produits de queue, le condenseur étant considéré comme un analyseur qui fait rentrer dans l'appareil les vapeurs aqueuses et amyliques. Mais l'expérience est là pour prouver que l'alcool pasteurisé extrait n'a guère que 0°,1 à 0°,3, maximum de différence avec l'alcool de l'éprouvette de tête et que, du moment qu'il atteint 96°,5, il n'est nullement souillé de produits de queue. Le classement des impuretés s'est fait sur les plateaux, et les produits amyliques sont cantonnés sur les plateaux inférieurs, d'où on les extrait d'une façon continue.

4° *Coefficients de purification.* — Nous n'avons parlé, dans ce qui précède, que des différences de volatilité des impuretés et de l'alcool, mais, en réalité, le problème est un peu moins simple que cela. Les divers produits ont entre eux des affinités souvent très étroites, qui viennent contrarier le fractionnement à ce point que, dans certaines circonstances, tel produit qui bout à une température bien supérieure à l'alcool, peut néanmoins passer dans le distillat en proportion plus grande que celle qui préexistait dans le liquide à rectifier. Chaque impureté possède, à ce point de vue, des propriétés individuelles que le chimiste ne peut déterminer que par l'expérience directe, comme l'a fait M. Sorel.

Le coefficient de purification d'une impureté sera dit plus grand que 1 lorsque la vapeur émise contient une plus forte proportion de cette impureté que le liquide générateur. Dans cette catégorie sont les produits de tête.

Le coefficient sera dit plus petit que 1 dans le cas inverse. Ce seront les produits de queue et l'on pourra, par la distillation et les rétrogradations, les retenir dans les parties basses du rectificateur.

Le coefficient de purification subit d'assez grandes variations pour une même impureté suivant le degré alcoolique du produit à purifier. C'est au point que pour nombre de substances, l'impureté agit comme produit de tête à certains degrés, et comme produit de queue lorsque le degré alcoolique s'élève, témoin l'alcool amylique par exemple.

Nous avons tracé (*fig.* 2), pour un certain nombre des impu-

retés les plus fréquentes, les courbes représentatives des variations de leur coefficient de purification, et la discussion de ces courbes nous a permis de démontrer que, pour bon nombre de substances, la rectification discontinue ancienne était dans l'impossibilité matérielle de réaliser un fractionnement convenable.

Grâce aux courbes que nous venons de voir, nous allons com-

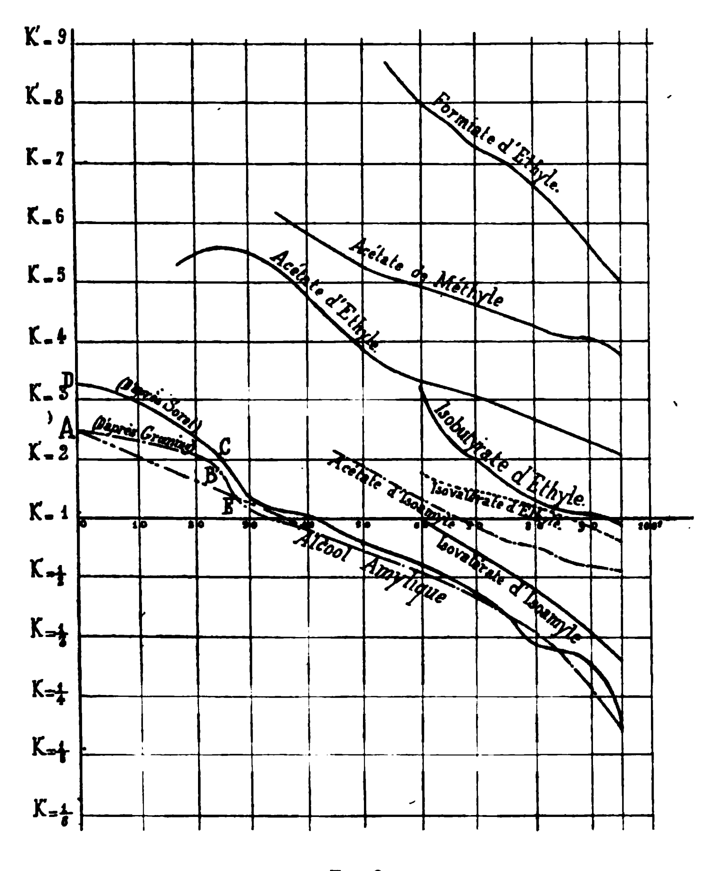


Fig. 2.

prendre aisément ce que deviennent les mauvais goûts de queue dans un rectificateur continu. Dans un discontinu, les produits de queue tendent perpétuellement à monter dans les plateaux. M. Duclaux a démontré que ces produits, quoique moins volatils que l'eau quand ils sont anhydres, présentent une anomalie singulière quand ils sont mélangés à l'eau. Dans ce cas, en effet, ils distillent avant l'eau elle-même, et un mélange de 50/0 d'al-

cool butylique ou d'alcool amylique avec l'eau est plus vite épuisé à l'alambic que ne le serait un vin à 5 0/0 d'alcool éthylique.

Donc, au continu, l'obligation où nous sommes d'épuiser complètement les eaux résiduaires nous conduit nécessairement à produire en même temps l'épuisement total en produits de queue ; par conséquent la sortie du bas de l'appareil ne donne issue qu'à de l'eau complètement privée d'alcool et de produits de queue.

On voit donc ce qui va se produire : l'alimentation continue du flegme apporte sans cesse de nouvelles proportions de fusel, et comme il n'en sort point avec les vinasses du bas, il va se former une accumulation de ces impuretés qui finirait, si l'on n'y mettait ordre, par affecter la qualité de l'alcool.

L'accumulation s'opère, en effet, sur certains plateaux inférieurs d'épuisement. Pour y remédier, il suffit de pratiquer une extraction continue sur l'un de ces plateaux et de recueillir le liquide impur à une éprouvette spéciale. Si l'on soutire ainsi une quantité d'huiles qui corresponde au volume d'impuretés de queue qu'apporte l'alimentation continue du flegme, on comprend que, la sortie balançant l'entrée, l'accumulation devienne impossible et que l'appareil fonctionne exactement comme les discontinus dans lesquels la proportion de fusel est limitée. C'est le goût de l'alcool obtenu à l'éprouvette qui montre si l'extraction d'huile est suffisante. La proportion de cette extraction dépend essentiellement de la qualité du flegme, et l'on voit sans peine que l'on a un moyen facile d'améliorer la qualité de l'alcool en extrayant de fortes proportions d'huiles.

Il en est de même pour l'épuration en éthers. Plus on pratique une large extraction de produits de tête à l'épurateur, plus l'alcool est fin.

Dans la plupart des usines, on règle l'extraction des éthers à environ 5 0/0 et l'extraction des huiles amyliques à 2 ou 3 0/0 de l'alcool à 100° qui entre dans l'appareil. Dans ces conditions on a environ 91 à 92 0/0 de bon goût.

Le graphique des coefficients de purification *(fig. 3)* nous démontre également le rôle important du procédé dit de pasteurisation. L'on voit, en effet, que si certains produits se séparent plus facilement à l'épurateur au fur et à mesure que le degré alcoolique du flegme est moindre, en revanche il peut y avoir, et il y a, en effet, certaines autres impuretés qui seront mieux

justiciables d'une épuration faite en milieu à très haut degré alcoolique, comme par la pasteurisation.

Il en résulte que les deux épurations se complètent mutuellement et agissent respectivement sur les impuretés qui s'éliminent mieux à bas ou à haut degré.

5° Enfin, la rectification se complique encore de certaines réactions des impuretés, soit entre elles, soit sur l'alcool, réactions dont certaines ne commencent qu'à fort degré alcoolique : ainsi les vapeurs acides (acides acétique, butyrique, etc.), ne se combinent à l'alcool, pour former les éthers, qu'à partir de 85°

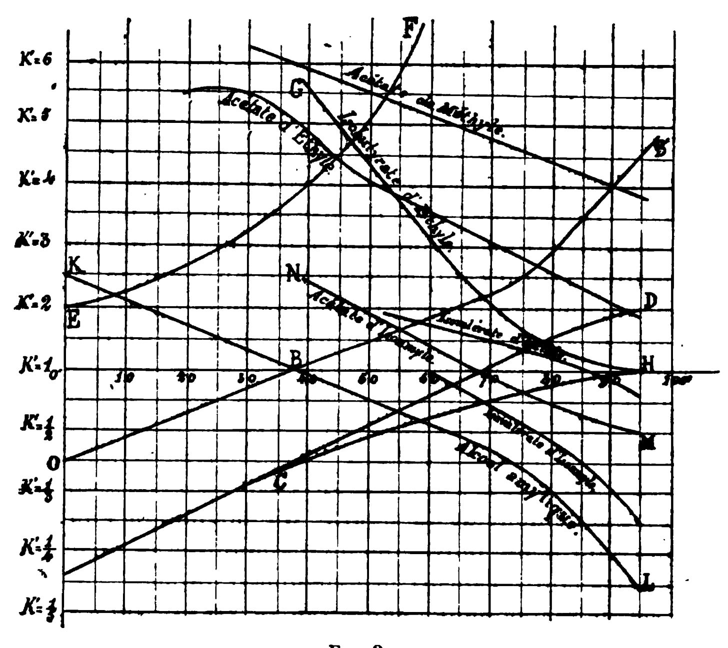


Fig. 3.

environ. La rectification discontinue est impuissante contre ces réactions qui s'opèrent dans les plateaux, tandis que la pasteurisation se charge d'éliminer les éthers formés.

En dehors de la supériorité des résultats pour la pureté et pour le rendement en bon goût, la continuité procure une économie de vapeur d'au moins 50 0/0 sur les anciens procédés, par le seul fait de la continuité. Elle supprime les produits intermédiaires à repasser appelés « moyens goûts ». La sécurité se trouve accrue par la disparition des grandes chaudières, dont l'encombrement était fort désagréable ; la suppression de la chaudière

entraîne la suppression des grands réservoirs de flegmes qui les chargeaient ; la conduite de l'appareil est plus commode et demande moins de surveillance, car il n'y a plus de fractionnements à guetter. Enfin un dernier bénéfice résulte de la suppression de la freinte : dans les chaudières il se détruisait de l'alcool au contact du serpentin surchauffé, tandis qu'au continu l'on emploie le simple barboteur, et il agit dans un liquide totalement épuisé ; il ne peut donc se produire aucune caramélisation, si je puis employer cette métaphore.

Rectification directe des vins ou moûts fermentés sans distillation préalable.

La continuité appliquée à la rectification a eu une autre conséquence industrielle, c'est qu'elle a rendu possible la rectification directe des vins, sans passer par la distillation qui, jusqu'à présent, avait paru être un stade intermédiaire obligatoire.

D'où venait cette nécessité d'une première distillation? De ce que la chaudière du discontinu, déjà bien encombrante avec les flegmes, aurait fini par atteindre des dimensions invraisemblables. Un discontinu, qui produit par jour 60 *hl* d'alcool, a besoin d'une chaudière de 300 *hl*, étant chargé avec du flegme à 40°. Pour rectifier du vin à 4°, il faudrait, proportionnellement, 3000 *hl*.

La chose n'est pas impossible, évidemment, mais le plus gros inconvénient pour l'industriel, ce serait la période de chauffage du vin dans la chaudière. Ce serait une dépense de vapeur considérable à fournir dans l'espace de quelques heures ; les générateurs ne pourraient y suffire. On a dû recourir à une solution plus pratique et plus économique.

Tandis qu'avec la continuité, tout devient le plus simple du monde.

Les vins, en somme, peuvent être considérés comme des flegmes de plus en plus dilués, sans qu'on puisse fixer la limite précise où le liquide cesse d'être du flegme pour devenir du vin.

Donc tous les principes de la rectification continue des flegmes doivent être applicables à la rectification directe des vins, et l'on opérera avec un appareil tout à fait analogue. L'Ingénieur devra seulement se préoccuper de proportionner convenablement les organes inférieurs de l'appareil, puisque, pour une même allure des organes supérieurs de rectification, il faudra, dans le bas, faire circuler dix fois plus de liquide que dans le cas des flegmes.

Donc nous ferons la même division du travail que tout à l'heure : en premier lieu, l'épuration continue du vin, pour en chasser les produits de tête ; ensuite la rectification proprement dite, avec élimination continue des huiles, et avec le procédé de pasteurisation de l'alcool pour parfaire le raffinage.

Comme adaptation, il y avait une certaine difficulté spéciale à l'épurateur.

Lorsque nous épurons un flegme à 40° et que nous extrayons 5 *l* de produits de tête pour 100 *l* d'alcool absolu, nous réduisons le distillat à 2 *l* pour 100 *l* de flegme à 40° entrant dans l'appareil. Il faut maintenir cette proportion, malgré les quelques variations dans l'alimentation de l'appareil.

Or, la vapeur de chauffage nécessitée par l'épurateur se compose de deux parts inégales : la plus importante est absorbée par l'échauffement du flegme jusqu'à l'ébullition ; l'autre, beaucoup moindre, par la distillation proprement dite des éthers.

Cette disproportion présente déjà quelques difficultés qui ont été résolues par un artifice de construction réalisant le « réglage invariable du coulage des produits de tête. » Or, la disproportion devient colossale lorsque l'on a à épurer des vins dix fois et souvent vingt fois plus faibles que les flegmes. En effet, il faut toujours extraire les mêmes 5 *l* de têtes pour 100 *l* d'alcool absolu, c'est-à-dire pour 3 à 5 000 *l* de vin. Le distillat n'est plus que la millième partie du volume du vin porté à l'ébullition.

Un autre artifice, comme on le devine tout de suite, va permettre de diminuer la disproportion : il suffit de porter le vin à une température tangente à l'ébullition, avant son entrée dans l'appareil. De cette façon, l'appareil lui-même n'aura presque plus de chaleur à fournir au vin au plateau d'alimentation ; et, d'autre part, il est évident que le procédé n'occasionne aucune dépense supplémentaire de charbon, car le nombre de calories à fournir est identique, qu'on les donne soit avant, soit après l'entrée dans l'épurateur.

Le cliché ci-contre *(fig. 4)* montre, sous la lettre M, le chauffeur préparatoire, surmonté d'un thermomètre à cadran T_1. Si le vin a une richesse alcoolique telle qu'il doive bouillir à 96°, on l'amène dans le chauffeur à 92-93° environ, de façon qu'il n'ait plus que trois ou quatre calories à demander au plateau d'alimentation.

Dans cette figure, A est l'épurateur continu du vin ; R_1 le condenseur ; R_2 le réfrigérant des produits de tête ; B le rectificateur proprement dit ; C le condenseur, qu'on peut remplacer par un

chauffe-vin; R le réfrigérant du non-pasteurisé. K est un réfrigérant triple, qui, pour ce petit modèle agricole, sert à refroidir simultanément, par trois serpentins distincts, le pasteurisé, les huiles amyliques et l'épreuve de l'épuisement. L'extraction de

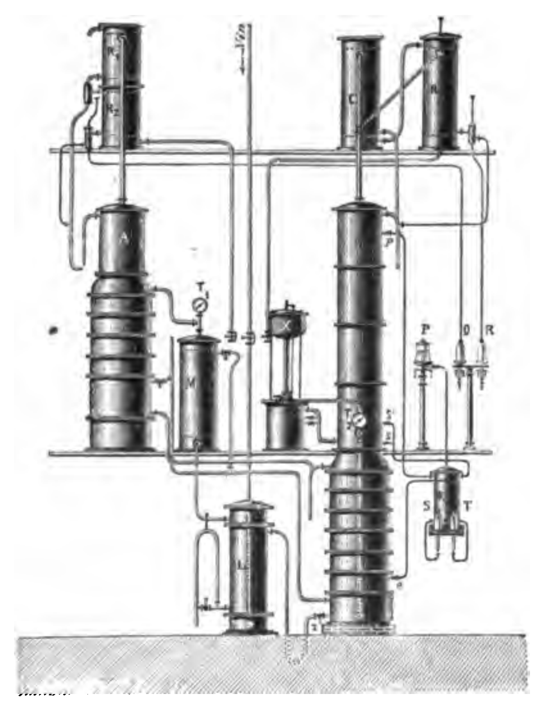


Fig. 4.

pasteurisé se fait en *p*, celle des huiles en *ss'*. Il y a cinq éprouvettes, coulant d'une façon uniforme et permanente :

P pour le pasteurisé;
R pour le non-pasteurisé, qui rentre dans le vin;
Q pour les têtes extraites de l'épurateur;
S pour les huiles amyliques;
T pour l'épreuve de l'épuisement.

Enfin L est le récupérateur de chaleur, qui échauffe le vin à distiller en profitant de la chaleur des vinasses épuisées qui sortent. C'est là un des grands bénéfices des opérations continues.

Ce bénéfice, il est vrai, peut exister dans nombre de colonnes à distiller, à haut ou à bas degré, et nous avons démontré que la dépense de vapeur de la distillation pouvait varier dans de

très grandes limites, selon qu'on employait le système des récupérateurs ou celui des chauffe-vins.

Une autre démonstration que nous avons faite, c'est que les colonnes auxquelles on demande à produire du haut degré du premier coup sont souvent moins dispendieuses que les colonnes à bas degré. Des Ingénieurs comprendront la chose à demi-mot, car ils voient tout de suite qu'en faisant l'équation des calories qui entrent (chaleur initiale du vin et chaleur de la vapeur) avec les calories qui sortent (chaleur de vinasses, chaleur de l'eau de condensation — réfrigération et chaleur du flegme), si l'on désire diminuer le premier membre, il faut diminuer le second. On diminuera la chaleur des vinasses par l'emploi du récupérateur, et celle du flegme, en s'arrangeant pour qu'il sorte à haut degré alcoolique.

100 *l* d'alcool absolu représentent 250 *l* de flegmes à 40°, dont la chaleur totale est de 510 calories:

$$250 \times 510 = 12\,750 \text{ calories,}$$

tandis que 100 *l* d'alcool absolu ne représentent plus que 104 *l* d'alcool à 96° ayant une chaleur totale de 284 calories :

$$104 \times 284 = 2954 \text{ calories.}$$

Le rapport des deux dépenses de chaleur $\frac{1}{4,32}$ est tel qu'il suffit pour que la vapeur de flegme à 40° qui se dégage d'un vin soit *autorectifiable*.

Par conséquent, la rectification directe des vins, si elle se composait uniquement du rectificateur proprement dit, ne demanderait pas plus de vapeur qu'une simple colonne à bas degré. Le procédé n'exige de chauffage complémentaire que pour l'épurateur, lequel, n'ayant qu'un travail très réduit à effectuer, ne prend que 15 à 20 0/0 au maximum de la dépense du rectificateur.

En résumé, en augmentant de 15 à 20 0/0 la dépense d'une colonne à distiller à bas degré, on obtient du premier coup de l'alcool rectifié très pur, au lieu de flegme, et la séparation se fait sans freinte, c'est-à-dire sans perte d'alcool par rectification.

Selon le degré du vin, la distillation demande, en moyenne, de 40 à 80 *kg* de charbon par hectolitre d'alcool à 100°. La rectification directe des mêmes vins en demandera de 50 à 100 *kg*. Mais d'autre part, on économise la totalité de la rectification

subséquente qui, en rectification continue, exige environ 30 *kg* de charbon, et en rectification ancienne discontinue de 70 à 100 *kg*, suivant la qualité de l'appareil.

Lorsqu'il s'agit de moûts épais, susceptibles d'encrasser les plateaux de distillation, on peut donner à l'appareil de rectification directe la disposition du schéma ci-dessus (*fig. 5*). Ce schéma ne diffère du précédent qu'en ce que les tronçons rectificateurs, toujours propres, ne sont plus superposés à ceux de distillation, laissant ainsi toute facilité au démontage et remontage de ceux-ci.

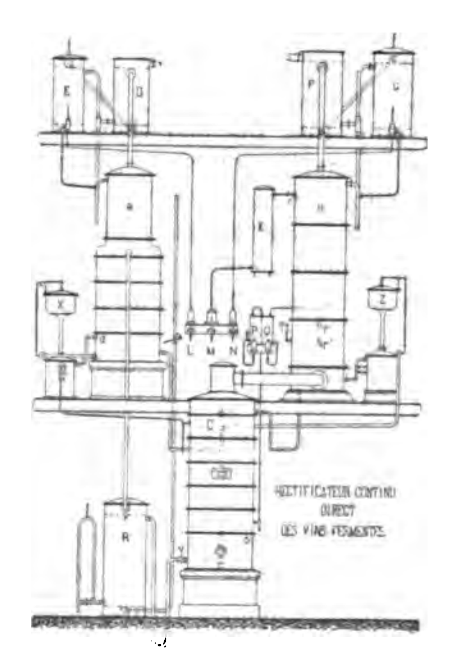


Fig. 5.

Progrès accomplis dans la fermentation industrielle.

Examinons maintenant l'aide que le microbiologiste peut apporter à l'œuvre hygiénique.

Peut-on, dans la grande industrie, faire des fermentations absolument pures, comme dans le ballon de Pasteur? Peut-on espérer que ces fermentations pures ne produiront aucune espèce

d'impuretés, et qu'elles parviendront même à supprimer totalement la rectification de l'alcool ?

Pour répondre à cette double question, il faut d'abord se souvenir que la fermentation, même la plus pure, n'est pas une réaction chimique simple, mais un acte biologique.

Certes, il y a, pour la majeure part, une réaction chimique de dédoublement, rendue plus lumineuse depuis la découverte, par le docteur Büchner, de la *zymase* de la levure. Mais, à côté de l'action de la zymase sur le sucre, il y a le développement vital de la levure, qui emprunte ses matériaux de construction au sucre et aux autres substances dissoutes salines et azotées. Il y a digestion, il y a sécrétions et déjections. Pasteur avait déjà signalé la production inévitable de glycérine et d'acide succinique, puis de matière grasse et protoplasmique, de glycogène, etc. Les produits accessoires varient avec les races de levure ; avec un grand nombre d'entre elles il se produit toujours des aldéhydes, de l'alcool amylique, et enfin des essences parfumées assez diverses.

Donc, il ne faut pas espérer que la fermentation rigoureusement pure ne donnera que de l'alcool pur, et supprimera la nécessité de la rectification. En serait-il même ainsi, ne savons-nous pas que l'eau-de-vie entraîne une bonne partie des odeurs originelles, préexistant à toute fermentation ? L'élimination de ces odeurs va exiger un raffinage... à moins que précisément l'on n'arrive à agir en milieu vineux ou fruité agréable et n'engendrant que des odeurs agréées par le goût du public.

Les deux systèmes sont dès maintenant mis en pratique.

Vous avez certainement entendu parler du progrès récent accompli en distillerie par le docteur Calmette, Directeur de l'Institut Pasteur de Lille. Il a réussi, avec l'aide expérimentale et matérielle de deux professionnels, à employer en distillerie de grains une nouvelle mucédinée rapportée par lui de l'Extrême-Orient. Cette mucédinée a été appelée par lui « Amylomycès Rouxii ».

C'est une sorte de moisissure utilisée depuis fort longtemps par les Chinois pour faire de l'alcool de riz, mais dans des conditions tellement rudimentaires que les résultats dans ces pays sont déplorables, et comme quantité et comme qualité. Les Chinois ne retirent pas la moitié du rendement que l'on doit obtenir, et l'eau-de-vie est empoisonnée de toutes sortes d'impuretés.

M. Calmette a isolé cette moisissure, et, en la faisant agir en milieu aseptique et en culture immergée, il a réussi à lui faire

donner des rendements en alcool inconnus jusqu'à ce jour. Ainsi le maïs arrive à donner 39 0/0 d'alcool compté à 100°.

Quelques mots seulement sur les particularités des Mucors ou mucédinées.

Les mucédinées ont des allures très différentes selon qu'on les fait prolifier à la surface des liquides (culture à l'air ou aérobie, ou en voiles), ou qu'on les force à rester immergées.

Dans le premier cas, elles se manifestent, comme toutes les moisissures, sous forme de mycéliums ténus. Le cliché ci-dessous *(fig. 6)* montre des colonies sur gélatine d'Amylomycès Rouxii. A l'œil nu on distingue très facilement les petites houpettes soyeuses de ces colonies.

Au microscope, on remarque *(fig. 7)* des renflements spéciaux, qui ne sont point des sporanges terminales comme dans les aspergillus ; ces poches contiennent les spores de prolification.

Quant à la culture par immersion, elle change tout à fait de caractère ; le mycélium n'a plus de renflements à spores, mais, au contraire, il se segmente, d'abord en éléments quadrangu-

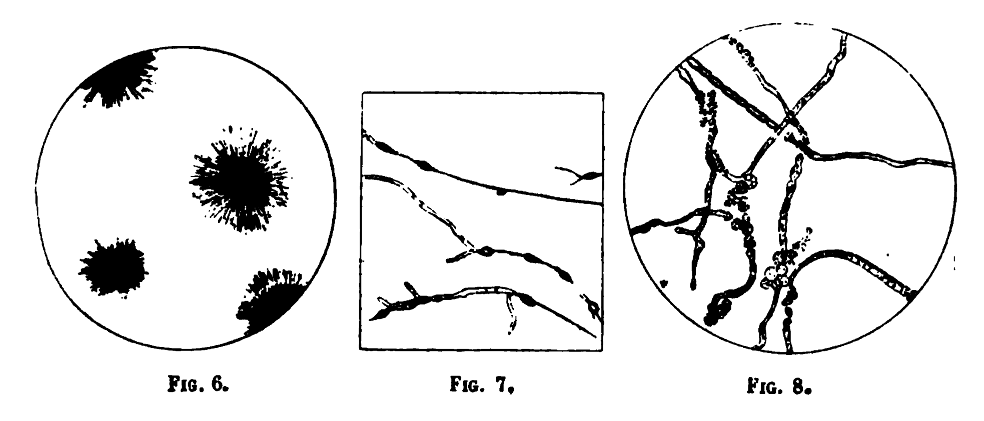


FIG. 6. FIG. 7. FIG. 8.

laires, qui peu à peu prennent la forme elliptique, puis se détachent et affectent, pour ainsi dire, la forme de globules de levure, bien que la constitution intérieure ne soit pas la même *(fig. 8)*.

En même temps que change l'apparence de l'Amylomycès, ses propriétés subissent une profonde modification : en culture superficielle, il avait des propriétés tellement actives, qu'il transformait l'amidon directement en acide carbonique, par combustion complète.

En culture immergée, au contraire, il devient moins comburant; il agit exactement comme les levures (les saccharomycès),

et transforme la matière hydrocarbonée en alcool et en acide carbonique. Toutefois, tandis que les levures ne peuvent s'attaquer qu'aux sucres et sont impuissantes devant l'amidon, l'Amylomycès au contraire, au moyen d'une abondante sécrétion de diastase, transforme l'amidon en sucre, puis le décompose en alcool et acide carbonique.

Telles sont les propriétés remarquables qu'il s'agissait d'asservir à une utilisation industrielle pratique et avantageuse. La première condition à remplir était d'assurer l'immersion permanente, puisqu'à la superficie on détruit l'alcool. En second lieu, comme cette double transformation est plus lente que la fermentation ordinaire, il fallait préserver les moûts contre toute contamination étrangère pendant le travail de l'amylo. Je n'entrerai pas dans les détails techniques du procédé; qu'il me suffise de vous dire que c'est la réalisation sur une très grande échelle de la fermentation pastorienne. Les ballons classiques du laboratoire sont remplacés par des cuves qui ont, jusqu'à présent, atteint et dépassé 1 000 *hl* (*fig.* 9). Toutes les précautions mécaniques sont prises pour qu'on puisse stériliser les cuves et le moût de grains dans les cuves elles-mêmes. On refroidit, et l'on ensemence quelques spores d'Amylomycès. La prolification est d'une rapidité inimaginable : la semence ne pèse pas 1/2 *gr*, et pourtant 24 heures plus tard les 20 000 *kg* de maïs de la cuve sont saccharifiés.

On ensemence alors environ autant de levure pure, et le quatrième jour la cuve est prête à distiller. Comme il fallait s'y attendre, les flegmes de ces moûts spéciaux stérilisés et fermentés d'une façon pure, contiennent peu de produits de tête et de queue; mais comme l'odeur d'origine, c'est-à-dire l'odeur du maïs cuit sous pression, est très intense, il est indispensable de faire une rectification très soignée.

Au point de vue hygiénique, il est très probable que cette fermentation pure a donné une eau-de-vie présentant le minimum de danger pour la santé, puisque ce n'est pas une fermentation bactérienne. Les mesures d'aseptie sont si bien prises, qu'on pourrait, après la chute de la fermentation, laisser le moût indéfiniment dans la cuve sans avoir à craindre de fermentations secondaires ou putrides.

Il n'en est pas ainsi ordinairement dans l'industrie; aussi est-il de règle de distiller aussitôt que possible après la chute de la fermentation.

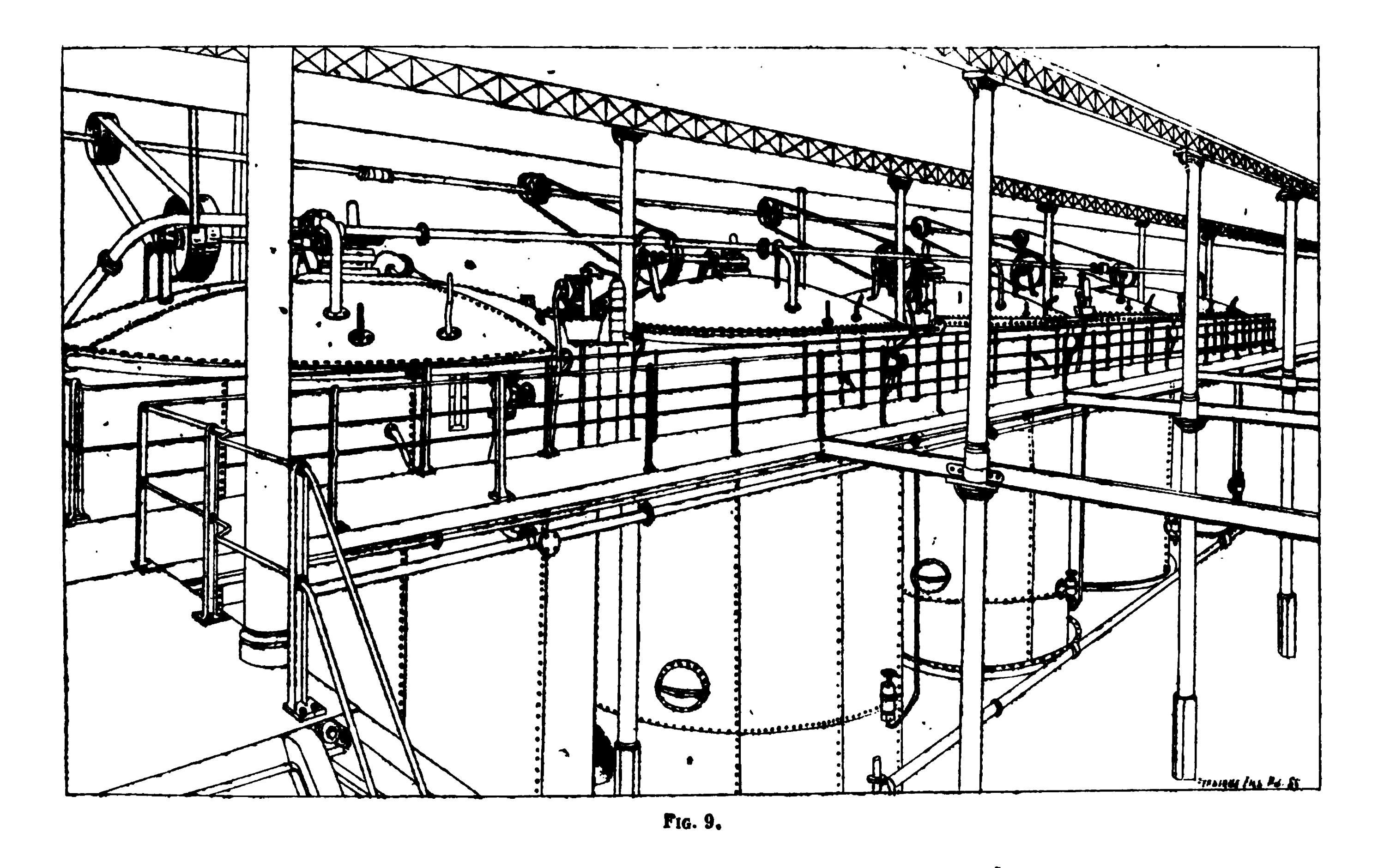


FIG. 9.

L'Amylomycès n'est pas applicable aux matières sucrées, comme le jus de betteraves et la mélasse, mais on pourrait néanmoins appliquer les fermentations pures et aseptiques à ces matières, et ce serait certainement un progrès fort utile au point de vue de l'hygiène.

Autres fermentations pures.

D'ailleurs il n'y a pas qu'une seule manière d'obtenir des fermentations exemptes de bactéries. Nous en trouvons d'autres exemples dans deux grandes industries de fermentation, la brasserie et l'œnologie.

En brasserie, c'est par le froid que l'on se met à l'abri des infections. L'on possède des races de levure basse qui veulent bien fermenter à 3 ou 4° de température seulement. A ces degrés-là, les bactéries sont incapables de prolifier; il en résulte des moûts très purs, chose d'autant plus indispensable que c'est le moût lui-même qui doit être bu, et non pas le produit de la distillation.

En œnologie, même nécessité, pour avoir de bon vin, et se conservant bien. Ici c'est la nature qui s'est chargée d'être notre Providence; les moûts sont protégés de l'infection par leur forte acidité tartrique. Tandis que la levure de vin consent à se développer malgré une acidité tartrique qui correspond à 5 *g*, 8 *g*, et même 12 *g* d'acidité sulfurique par litre, les bactéries sont dans l'impossibilité de vivre dans de pareils milieux. Aussi peut-on conserver sans inconvénient le vin sur sa lie ou sur sa rafle pendant assez longtemps; cela tient à ce que sa fermentation n'a pas été bactérienne.

Donc vous voyez trois moyens de réaliser des fermentations pures : la stérilisation radicale et l'aseptie comme pour l'Amylomycès; le froid, comme pour la bière basse; la forte acidité organique, comme pour le vin, le cidre, etc.

Or, que remarquons-nous dans la distillation des vins, qui a de beaucoup précédé toutes les théories modernes sur la fermentation?

Nous constatons que les eaux-de-vie de vin sont manifestement moins nuisibles que les alcools d'industrie, puisque l'on ne connaissait guère autrefois l'alcoolisme aigu ni les accès délirants. Était-on moins ivrogne? Non point, tout au moins dans les pays vignobles; il y existait des intempérants invétérés, tout comme aujourd'hui; mais les caractères de l'ivresse chronique n'étaient

point graves comme aujourd'hui, où les alcooliques sont tous sur le chemin de la folie, du suicide ou du crime.

L'on objectera que l'eau-de-vie des bouilleurs de cru de Normandie, par exemple, donne un alcoolisme pernicieux; mais à cela l'on doit répondre d'abord que ces régions-là reçoivent des quantités d'alcool industriel bien supérieures à ce que peut représenter l'alcool de cidre fait en exemption des droits, et en second lieu, que les bouilleurs font passer à l'alambic toutes sortes de produits avariés, de résidus, de lies, de marc gâtés, pour conserver tout ce qui a de la valeur comme boisson fermentée. Or, ce n'est pas ainsi qu'on fait une bonne eau-de-vie; les Charentes y emploient au contraire leurs meilleures qualités de vins. Enfin les bouilleurs ne se gênent guère pour faire fermenter en cachette des matières premières industrielles, et leurs fermentations, bien plus incorrectes encore que les fermentations industrielles les moins bien soignées, et de plus distillées au simple alambic, sans rectification d'aucune sorte, ne peuvent fournir que des produits de haute toxicité.

La statistique serait donc faussée, si l'on ne faisait pas entrer ces considérations en ligne de compte.

Je vous ai dit que l'industriel pouvait recourir à la fermentation vineuse pour éviter les sécrétions bactériennes, dont l'influence sur l'économie est encore inconnue. Que faut-il faire pour cela?

Un premier acheminement consiste à employer des levures de vin au lieu de levure de bière. Ne savons-nous pas tous que l'ivresse des vins généreux diffère de celle de la bière? Il y a certainement des principes agissant d'une façon différente sur le cerveau ou sur nos autres organes; il semble donc logique d'employer la levure de vin, substitution extrêmement facile à faire, car nous savons multiplier rapidement la levure à l'infini, du moment qu'on nous livre un bon point de départ. Nombre d'usines françaises ont déjà donné le branle dans cette direction et n'y ont trouvé que des avantages certains; il en est résulté une plus grande régularité de fermentation, et de meilleurs rendements; l'hygiène doit y trouver simultanément son compte par le seul fait que l'on se rapproche des procédés de la nature.

On peut aller encore plus loin. On peut, non seulement employer de la levure de vin, mais faire la fermentation dans un milieu vineux, de composition identique à celle du vin.

Supposons un excellent vin des Charentes qui vient d'être dis-

tillé; dans l'alambic il nous reste de la vinasse, qui contient tous les produits fixes naturels du jus de raisin, matières azotées, amidées, phosphatées, potassiques, tartriques, etc. Que manque-t-il à ce liquide pour être semblable au jus frais du raisin? il manque le sucre de raisin ou glucose, qui, par la fermentation, a été transformé en alcool et en éthers ou aldéhydes parfumés. Remettons dans cette vinasse un sucre pur de toute odeur ou de toute matière étrangère, puis ensemençons de la levure pure extraite de la lie de ce même cru des Charentes; que va-t-il se passer? Le sucre, placé identiquement dans le même bouillon de culture et fermenté par une race de levure identique à celle du raisin frais, va engendrer, par fermentation, une série de sécrétions parfumées volatiles semblables à celles du premier jet. Même pureté également, grâce à la forte acidité tartrique. Par distillation, l'eau-de-vie présentera tous les caractères de la précédente, et au lieu d'être un flegme à l'odeur repoussante, sera au contraire une liqueur agréable qui, à l'exemple de sa devancière, n'aura besoin d'aucune espèce de rectification.

Le résidu pourra être réemployé plusieurs fois de suite sans inconvénient, de telle sorte que le vin de Charente, devenu si rare depuis le phylloxera, pourra servir de base à une production quatre ou cinq fois plus grande d'eau-de-vie saine et correcte, pouvant être consommée absolument telle qu'elle sort de l'alambic, sans aucun artifice, sans aucun parfum additionnel innomable.

La cherté du vin des Charentes donnait à l'eau-de-vie un prix tel qu'elle était inabordable pour la majeure partie des consommateurs; si désormais l'on peut faire quatre ou cinq jets successifs avec cette matière première de choix, le prix de revient s'abaissera d'autant, et, la qualité aidant, la concurrence avec l'alcool d'industrie sera facilitée.

L'application industrielle de ce procédé existe, et a tenu les espérances que l'on avait fondées sur lui; mais la chose est encore trop récente pour que je m'étende sur la technique de cette fabrication. On étudie encore la meilleure marche à suivre, et les expériences sont assez avancées pour que je puisse dire que dans cette voie encore les mucédinées du docteur Calmette vont occasionner une amélioration considérable des résultats.

J'ai seulement voulu vous montrer par ce tableau résumé des progrès récents accomplis en distillerie que c'est une industrie qui marche à grands pas et qui est digne de l'intérêt de tous

les Ingénieurs. Quelques hygiénistes croyaient devoir invoquer l'intervention de l'État, pensant résoudre le problème hygiénique uniquement par la panacée du monopole de rectification! Je crois vous avoir démontré que la question n'était pas si simple que cela, et qu'il fallait se préoccuper non seulement de bien rectifier, mais surtout d'éviter la formation de produits dangereux pour la santé.

L'initiative privée a devancé l'État pour la rectification; elle le devance aussi pour l'amélioration des procédés de fermentation.

Laissez-moi enfin terminer en protestant contre une légende trop accréditée; le Français est toujours enclin à admirer ce que fait l'étranger, et il est passé pour ainsi dire en article de foi que les Allemands et les Autrichiens nous sont bien supérieurs en distillerie; c'est encore moins vrai pour la distillerie que pour beaucoup d'autres industries, car tous les progrès dont j'ai eu l'honneur de vous parler ce soir sont exclusivement français, et les plus intéressants d'entre eux découlent de l'œuvre admirable de Pasteur et de ses disciples.

COMPTEUR D'ÉLECTRICITÉ
DE BLONDLOT

CONSTRUIT PAR

E. DUCRETET

PRINCIPE ET DESCRIPTION DE L'APPAREIL

Une bobine creuse AA′ *(fig. 1)* est assujettie de façon que son axe soit horizontal; dans la région centrale de cette bobine, une seconde bobine B, formée de quelques tours de fil et ayant la forme d'un anneau, est suspendue de façon que son plan soit vertical et qu'elle puisse tourner librement autour de son diamètre vertical. Les deux bobines sont parcourues par le même courant; des godets à mercure servent à établir les communications entre la bobine mobile et la partie fixe du circuit. La bobine mobile B prend sous l'action du courant une position d'équilibre dans laquelle ses spires sont parallèles à celles de la bobine fixe. Si on l'écarte tant soit peu de cet azimuth d'équilibre, elle exécute des oscillations isochrones.

Soit T la période de ces oscillations et I l'intensité du courant. La période T est inversement proportionnelle à la racine carrée du moment du couple exercé par la bobine fixe sur la bobine mobile pour un écart déterminé de cette dernière. Or, ce moment est proportionnel à I^2 et, par conséquent, T est en raison inverse de I; en d'autres termes, le produit IT est une quantité constante, dépendant seulement de la construction des deux bobines. Le produit IT n'est autre chose que la quantité d'électricité qui traverse une section quelconque du circuit pendant la durée d'une oscillation et l'on a, par suite, la proposition suivante : ***Quelles que soient l'intensité du circuit et la période de l'oscillation, la quantité d'électricité qui traverse la section du circuit pendant qu'une oscillation s'accomplit est toujours la même.***

On obtient aisément la valeur q (en coulombs) de cette constante [en faisant circuler dans l'appareil un nombre connu

d'ampères et déterminant la durée correspondante de l'oscillation. Partant de là, pour faire de l'appareil précédent un compteur d'électricité applicable aux besoins de l'industrie, il suffit d'adjoindre aux deux bobines un dispositif destiné à entretenir et à compter automatiquement les oscillations : chacune d'elle accuse, en effet, le passage d'une quantité d'électricité égale à q, quelle qu'ait été l'intensité du courant au moment où elle s'est accomplie ; et, par conséquent, pour obtenir la quantité totale d'électricité qui a traversé la section du circuit pendant un certain laps de temps, on n'a qu'à multiplier q par le nombre des oscillations effectuées pendant ce laps de temps.

Voici la disposition employée pour entretenir et compter automatiquement les oscillations. Dans le compteur, le mouvement oscillatoire de la bobine annulaire a lieu d'un côté

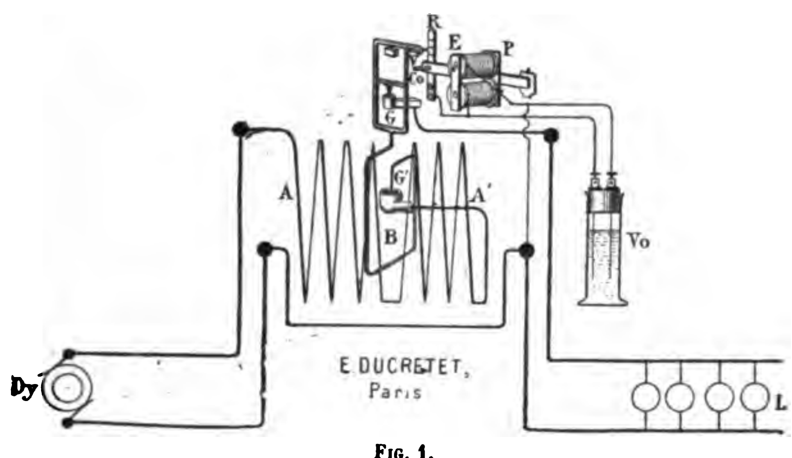


Fig. 1.

seulement de son azimuth d'équilibre. La figure 1 représente les organes essentiels de l'appareil :

Un bras horizontal est fixé à une tige verticale, solidaire elle-même de la bobine annulaire B, dont elle forme l'axe de rotation. Lorsque la bobine annulaire a été écartée de son azimuth d'équilibre, l'action électrodynamique l'y ramène, mais au moment où elle l'atteint, le bras vient buter contre un ressort R *(fig. 2)* formé d'une lame métallique plane. L'une des extrémités du ressort est fixée invariablement, l'autre extrémité est maintenue appliquée contre un obstable fixe, par l'armature d'un électro-aimant E, qui infléchit légèrement la lame,

pendant tout le temps que cet électro-aimant n'est pas en activité. Les choses sont disposées de façon que le bras, en touchant le ressort R, ferme le circuit de l'électro-aimant : aussitôt, le ressort, rendu libre, donne au bras une impulsion quasi instantanée qui l'écarte de nouveau, et ainsi de suite. Un cliquet mû par l'armature de l'électro-aimant fait, à chacune des demi-oscillations de la bobine, avancer d'une dent la première roue d'un compteur de tours. On voit que le mouvement oscil-

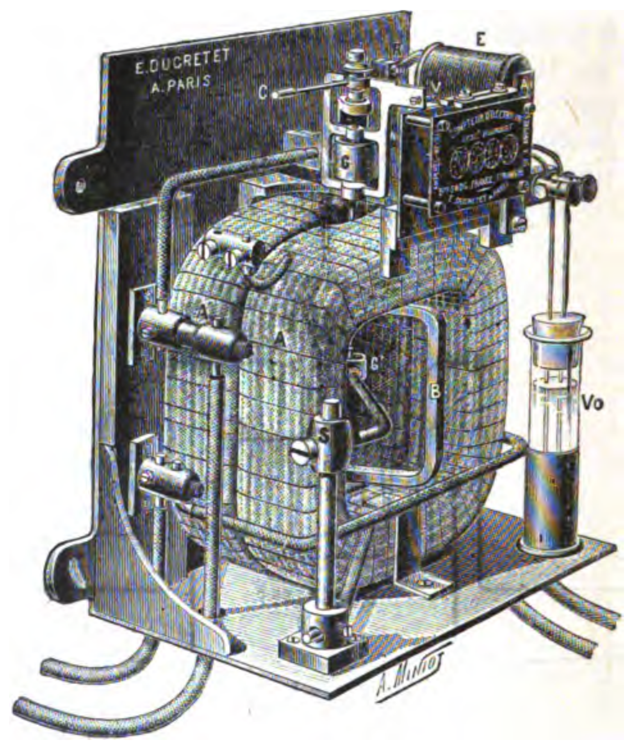


Fig. 2.

latoire de la bobine annulaire est indépendant de la résistance passive du compteur de tours, puisque c'est l'électro-aimant seul qui fait mouvoir ce dernier.

La grandeur de l'impulsion donnée par le ressort à l'équipage mobile est sans influence sur la durée de l'oscillation.

On peut faire varier le réglage, en modifiant le moment d'inertie du cadre mobile jusqu'à ce que la durée de l'oscillation ait la valeur voulue.

L'appareil obéit instantanément aux variations les plus brus-

ques de l'intensité du courant; il s'applique aussi bien aux courants alternatifs qu'aux courants continus. Le démarrage a lieu, sans exception, même pour des courants de 0,2 ampère, grâce au dispositif suivant: perpendiculairement à l'axe de la bobine mobile est fixée une tige portant une petite masse de fer doux *c* servant d'armature à un aimant A*i* fixé au bâti de l'appareil. L'attraction de l'aimant, laquelle du reste est très faible et n'a de valeur sensible qu'à une petite distance, coopère avec l'action électrodynamique pour ramener l'équipage mobile dans sa position d'équilibre. Le frottement est ainsi toujours surmonté, et le démarrage assuré, même dans le cas des courants les plus faibles en usage dans l'éclairage électrique.

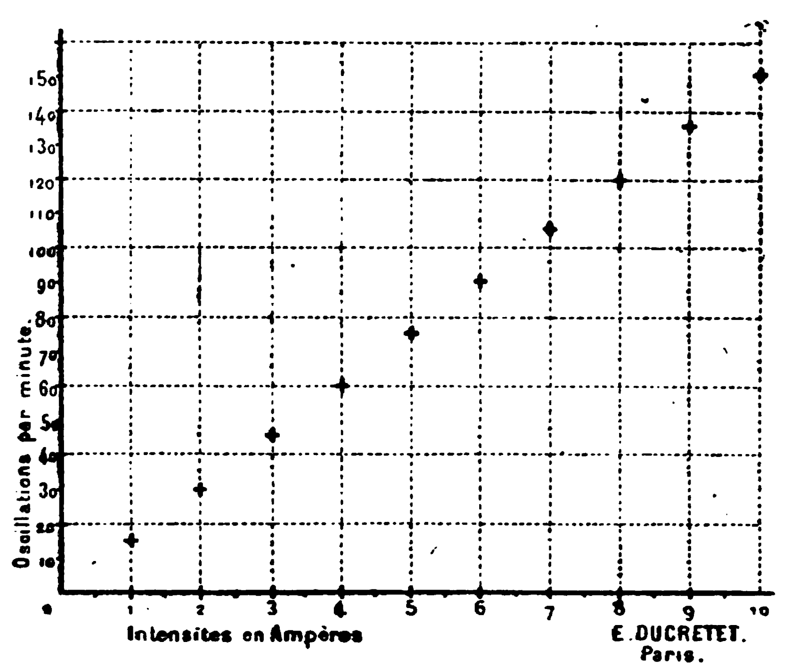


Fig. 3.

Un autre dispositif spécial permet de supprimer l'étincelle d'extra-courant de rupture qui se produirait aux contacts de platine lors de la rupture du courant à 110 volts envoyé dans l'électro ; il consiste dans l'addition d'une résistance liquide V*o*, sans self-induction, constituée par deux fils métalliques immergés dans l'eau; elle est branchée en dérivation sur l'électro; en réglant convenablement la conductibilité du liquide on arrive à la sup pression absolument complète de l'étincelle.

Sur le diagramme ci-joint, en abscisses, sont portées les intensités du courant mesurées en ampères, et en ordonnées les nombres correspondants d'oscillations effectués en une minute. On voit que les points du diagramme *sont rigoureusement sur une ligne droite passant par l'origine*, comme le fonctionnement théorique l'exige.

Un grand avantage du compteur Blondlot est que son fonctionnement peut être contrôlé en tout temps avec une extrême facilité ; il suffit pour cela de vérifier si le nombre des oscillations effectuées dans une minute est bien celui pour lequel le compteur a été réglé. Ce chiffre est indiqué d'une façon apparente sur chaque instrument. Le contrôle est donc, pour ainsi dire, immédiat.

Le magnétisme terrestre est sans influence appréciable sur le fonctionnement.

Il n'y a pas, ici, comme dans les compteurs d'énergie, une perte continuelle par un courant de pression.

L'installation n'a besoin d'aucune précision.

L'appareil *obéit instantanément aux variations les plus brusques de l'intensité;* il s'applique aux courants continus ou alternatifs; le *démarrage est immédiat.* Il y a plusieurs raisons sérieuses et sur lesquelles il a été insisté récemment dans diverses publications pour préférer les compteurs d'intensité aux compteurs d'énergie.

Enfin, on n'a pas à compter sur la constance de l'aimantation d'un aimant, comme dans les compteurs à frein magnétique.

On voit par ces avantages que le compteur Blondlot possède des qualités théoriques et pratiques auxquelles il doit une rigoureuse exactitude dans ses indications, quel que soit le régime du courant, et qui contribueront à lui faire rendre de réels services à l'industrie, soit comme *compteur* chez les abonnés des Compagnies électriques, soit comme *instrument de mesure et de contrôle* pour les laboratoires et usines. De plus, au point de vue mécanique et de la pratique, tous ses détails ont été l'objet d'une étude minutieuse qui lui assure une grande sûreté de fonctionnement.

E. Ducretet.

LE
GRAND SIDÉROSTAT DE 1900

PAR

M. P. GAUTIER

Première Partie. — Considérations générales; — Théorie du mouvement du Miroir.
Deuxième Partie. — Description concernant la construction mécanique du Sidérostat; — Précision des divers organes; — Effort nécessaire pour l'entraînement de l'instrument.
Troisième Partie. — Travail mécanique pour l'obtention des surfaces optiques; — Vérification des surfaces par les procédés optiques.

PREMIÈRE PARTIE

Considérations générales.

Grâce à l'initiative de M. François Deloncle, ministre plénipotentiaire, un groupe d'amateurs d'astronomie a décidé de faire figurer à l'Exposition prochaine un instrument d'une puissance exceptionnelle, se prêtant aussi bien aux mesures de haute précision qu'aux observations physiques les plus délicates. La science serait ainsi dotée d'un moyen d'investigation permettant aux astronomes de pénétrer plus avant dans les profondeurs des espaces célestes, et de fournir quelques renseignements nouveaux sur la constitution physique de notre système planétaire. Pour atteindre ce but, il a été convenu de munir cet instrument d'objectifs de **1,25** *m* de diamètre; mais, afin de tirer tout le parti possible de lentilles aussi considérables, on a résolu de ne pas subordonner le travail optique aux difficultés de l'exécution mécanique, ainsi qu'on a été presque toujours obligé de le faire jusqu'à présent dans la construction des grandes lunettes. On s'est imposé cette fois la condition essentielle de ne pas amoindrir la distance focale, et il a été arrêté qu'on donnerait à la nouvelle lunette la distance focale considérable de 60 *m*, afin d'obtenir dans les images un achromatisme aussi satisfaisant que possible.

Mais si l'on veut réaliser, suivant les plans usuels, une lunette d'aussi grande dimension, on constate immédiatement qu'on se

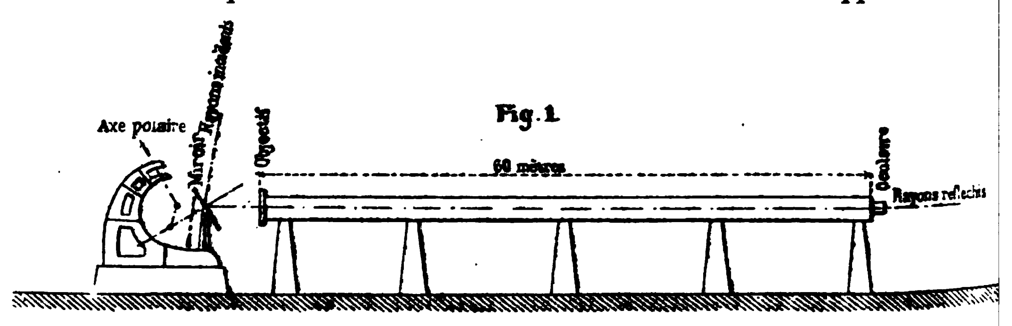
trouve en présence de difficultés de tous genres et pour ainsi dire insurmontables.

La partie mécanique serait, en effet, d'un poids tel que son obéissance aux mouvements lents et sa stabilité auraient été compromises ; la coupole, à laquelle il faudrait donner alors un diamètre de 64 *m*, aurait dû être constamment en mouvement pour maintenir son ouverture en regard de l'objectif marchant avec une vitesse de près de 16 *m* à l'heure. Et, dans ce cas, à quelle gymnastique ne faudrait-il pas soumettre l'observateur pour arriver à l'oculaire?

En vue d'éviter tous ces obstacles et des dépenses considérables d'installation ; pour acquérir une plus grande stabilité, et en outre affranchir l'astronome de fatigues inutiles et de sérieuses pertes de temps, le sidérostat de Foucault a été adopté comme étant une monture très avantageuse pour l'emploi d'une distance focale aussi notable.

Cette monture rend toute installation spectroscopique ou photographique facile à l'oculaire; l'observateur n'a plus à se déplacer, la lunette étant toujours dans la même position ; les conditions atmosphériques y sont plus uniformes ; l'objectif, conservant toujours la position verticale est moins susceptible de flexion ; la partie mobile est moins volumineuse.

La disposition choisie permet, en effet, de se livrer à un certain nombre de recherches, mais elle présente, cependant encore, l'inconvénient de rendre impossible l'exécution de divers travaux relatifs à l'Astronomie de haute précision. La difficulté provient du fait qu'en vertu du mouvement diurne la direction apparente



des astres dans le champ de la lunette varie d'un instant à l'autre. Comme on le verra plus loin, cet obstacle a été évité dans la nouvelle construction. Le micromètre portant l'oculaire est muni d'un mouvement rotatoire qui permet de conserver

aux images une position invariable par rapport au réticule. Dans ces conditions, l'astronome peut entreprendre, dans la région du ciel que le sidérostat lui montre, les mêmes mesures qu'à l'aide de la lunette ordinaire montée équatorialement.

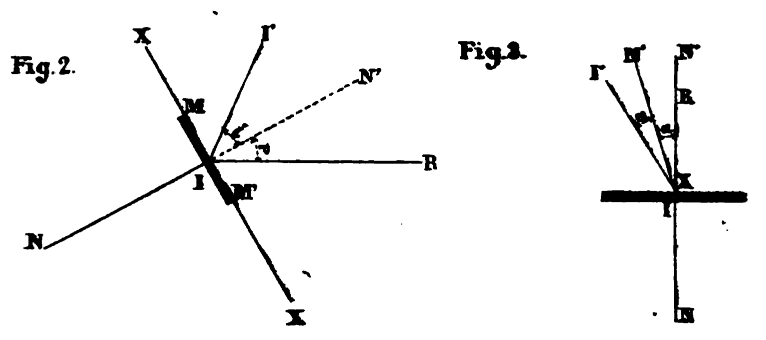
En principe, le sidérostat (*fig. 1*) comprend une lunette horizontale et fixe et un bâti supportant le miroir et les organes mécaniques devant lui imprimer son déplacement autour de l'axe polaire.

Théorie du mouvement du miroir de Sidérostat.

Le miroir, après réflexion, dirige les rayons lumineux des astres dans la lunette pour aller former leur image en son foyer, en regard de l'oculaire.

Considérons un miroir MM' (*fig. 2*), un rayon incident II' dans le plan du tableau se réfléchissant suivant IR.

Si on fait tourner le miroir MM' autour de l'axe XX' situé dans le plan de sa surface et dans le plan normal d'incidence, c'est-à-dire dans le plan du tableau, pour un déplacement angulaire α du miroir autour de cet axe XX', il faudra que le rayon II' ait tourné autour de ce même axe de l'angle 2α pour qu'il se réfléchisse suivant la même direction IR.



En effet, dans le plan normal au tableau passant par NN' (*fig. 3*), le plan d'incidence se projette en NN' et l'axe de rotation en X. Lorsque le miroir a tourné de l'angle α autour de XX' la normale au miroir se projette sur ce plan en IN', tel que l'angle N_1'IN' $= \alpha$. Mais, dans le nouveau plan d'incidence, le rayon incident est symétrique du rayon réfléchi par rapport à la normale IN_1'; donc ces deux rayons doivent également se projeter suivant des lignes symétriques par rapport à IN_1' : or, comme nous voulons que le rayon réfléchi IR ne change pas de direction, il ira toujours en

IR et, par suite, le rayon incident se projettera en II_1' faisant l'angle α avec IN_1' et, par suite, l'angle 2α avec NN'.

Si maintenant l'axe XX' est dirigé suivant l'axe polaire et II' le rayon lumineux d'une étoile dont le déplacement autour de l'axe polaire se fait d'un mouvement uniforme et à raison d'un tour en 24 heures, le miroir MM' devra tourner d'après ce qui précède d'un mouvement uniforme autour du même axe et avec une vitesse moitié moins grande c'est-à-dire à raison d'un tour en 48 heures.

Dans ces conditions, le rayon réfléchi IR n'aura pas changé de direction.

Telle est la loi du déplacement du miroir dans le sidérostat pour un parallèle qui sera déterminé ultérieurement.

Voyons maintenant comment ce mouvement se trouve pratiquement réalisé de façon que la direction IR soit celle de la lunette, c'est-à-dire horizontale.

Pour plan vertical, prenons le plan du méridien, et, dans ce plan l'axe polaire AA' dirigé suivant l'axe du monde. Cet axe porte à son extrémité A et à angle droit un second axe portant un troisième axe AD dans le prolongement du premier à l'extrémité duquel peut osciller un manchon glissant le long de la tige NN' normale au miroir M qui peut osciller autour du centre I et tourner autour de l'axe vertical $\gamma\gamma'$, le centre I du miroir étant situé sur la même ligne horizontale que A.

L'axe perpendiculaire à AA' en A est l'axe de déclinaison (*fig. 4*). L'angle que fait AD avec l'axe polaire est le complément de l'angle de déclinaison :

Inclinons le miroir de façon que XX' soit parallèle à l'axe polaire.

Soit II' la direction des rayons lumineux d'une étoile à son passage au méridien; le complément de son angle de déclinaison est mesuré par l'angle de II' avec l'axe polaire, et par l'angle de AD avec ce même axe, donc AD et II' sont parallèles.

Or le triangle ADI est isocèle, car l'angle en I est égal à l'angle de réflexion, et l'angle en D est égale à l'angle d'incidence, donc ces deux angles sont égaux et AD = AI. La longueur du bras de la déclinaison doit être égale à la distance horizontale entre l'axe de déclinaison et le centre du miroir.

Dans ces conditions, si on anime l'axe AA' d'un mouvement de rotation uniforme et de même vitesse que le mouvement diurne, c'est-à-dire faisant un tour en 24 heures, le miroir tournera bien

autour de l'axe XX' parallèle à AA' d'un mouvement uniforme et avec une vitesse moitié moindre c'est-à-dire faisant un tour en 48 heures.

En effet, si nous projetons sur le plan perpendiculaire au

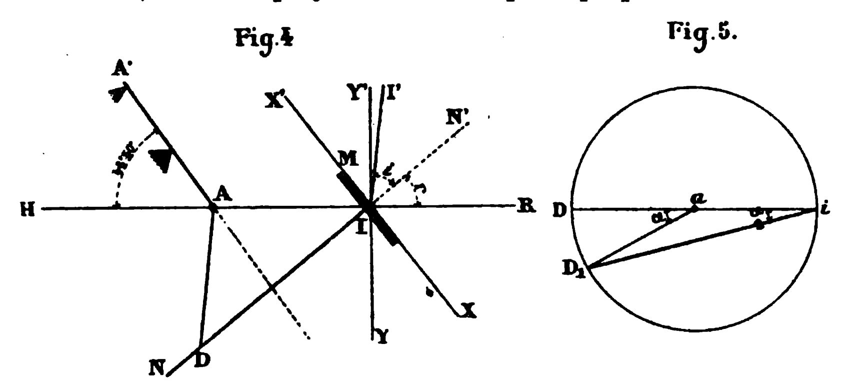


tableau passant par NN' c'est-à-dire le plan de l'équateur l'axe AA' se projette en *a* et AD en *ad*.

Sur ce plan (*fig.* 5), AD tournant autour de AA', *a*D décrira une circonférence ayant *a* pour centre; d'ailleurs ADI étant isocèle et DI étant perpendiculaire à AA', $aD = aI$ et le point I se projettera en *i* sur la circonférence *a*D à l'extrémité de ce diamètre.

Lorsque AD tourne d'un angle α en se projetant en aD_1, la normale NI a tourné de l'angle $\frac{\alpha}{2}$ puisqu'en effet elle se projette suivant iD_1 et que l'angle $DiD_1 = \frac{\alpha}{2}$.

Donc pour le parallèle correspondant au rayon II', le miroir réfléchit bien l'étoile et sa ligne méridienne suivant la verticale passant par l'axe de la lunette.

Si nous déterminons géométriquement ce parallèle, nous voyons que le complément de son angle de déclinaison MII' est justement égal à la latitude du lieu A'AH, angle de l'axe polaire avec l'horizon.

Pour tout autre parallèle, la normale au miroir ne se meut plus dans un plan perpendiculaire à l'axe polaire, mais décrit un cône de sommet I et dont la base est la circonférence décrite par l'extrémité D de la barre de déclinaison.

La démonstration précédente n'est donc plus applicable.

Pendant le mouvement de AD autour de AA', cette droite ne cesse pas d'être parallèle à la direction II', puisque ces deux

droites tournent autour de AA′ avec la même vitesse en faisant un tour en vingt-quatre heures; pendant ce mouvement, le plan normal d'incidence ADII′ tournera autour de la direction fixe AR, et dans ce plan, le triangle ADI étant toujours isocèle, la normale IN est toujours la bissectrice de l'angle I′IR et, par suite, IR est la direction invariable suivant laquelle se réfléchit II′ pendant sa rotation autour de l'axe polaire.

Donc, pour tous les parallèles, l'image d'une étoile que l'on aura dirigé au préalable dans l'oculaire, derrière le point de croisement des fils du réticule lors de son passage au méridien, restera dans cette position pendant toute la durée du mouvement diurne de l'étoile autour de l'axe polaire.

Si on observe dans le champ de l'oculaire, la région étoilée voisine de l'étoile pointée comme précédemment, on remarque que, pendant le mouvement de l'instrument, le champ observé subit un déplacement angulaire autour de l'étoile pointée, par rapport au réticule fixe de l'oculaire.

Dans le cas particulier où l'étoile observée décrit le parallèle déterminé précédemment, ce déplacement est nul puisque l'image de la ligne méridienne de l'étoile coïncide toujours avec la croisée de fils du réticule.

Pour les parallèles plus voisins du pôle, la rotation a lieu en sens inverse du mouvement diurne.

Pour ceux plus voisins de l'équateur, au contraire, la rotation a lieu dans le sens du mouvement diurne.

Ces déplacements angulaires du champ dans l'oculaire seraient nuisibles pour les observations visuelles et davantage pour la photographie.

Pour y obvier, il a fallu prévoir un dispositif mécanique spécial pour imprimer à l'oculaire un mouvement de rotation égal et de même sens que celui du champ.

Les vitesses de rotation étant variables pour chaque parallèle, la transmission doit pouvoir se différencier graduellement en passant par tous les intermédiaires compris entre les limites extrêmes observées.

Un tableau numérique de ces déplacements angulaires observés pour tous les parallèles heure par heure jusqu'à 5 heures du méridien, a permis de fixer les proportions des organes mécaniques devant servir à cette transmission et devant assurer, par suite, l'immobilité complète sur la plaque photographique de la région du ciel observée.

DEUXIÈME PARTIE

Description concernant la construction mécanique du sidérostat.

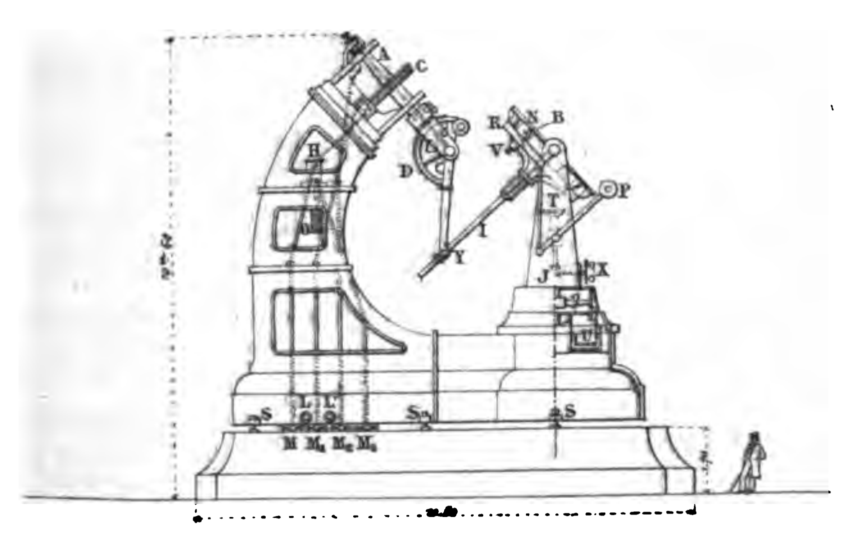
Le grand sidérostat comprend un grand bâti en fonte supportant le miroir et les axes devant lui imprimer son déplacement, et une lunette en tôle d'acier placée horizontalement sur des supports en maçonnerie de manière à avoir le centre de la lunette correspondant au centre du miroir.

Le plan médian de l'appareil est disposé suivant le plan méridien du lieu d'emplacement.

Le grand bâti en fonte supporte deux parties mobiles principales.

Du côté nord et à la partie supérieure de l'instrument est l'axe

Fig. 6. Elévation du Sidérostat



polaire A, à l'extrémité duquel se meut l'axe de déclinaison D, ayant un mouvement à angle droit du premier.

Du côté sud, le support J du miroir tournant autour d'un axe vertical.

Le bâti se compose de 7 pièces de fonte assemblées par des boulons vissés sur les brides d'attache qui ont été ménagées sur chaque pièce à l'intérieur du bâti. Il pèse 22500 *kg* (*fig. 6*).

L'axe polaire est constitué par un arbre en fonte creux; cet

arbre repose sur quatre galets dont les axes sont fixés à l'extrémité des montants de la pièce de fonte située à l'extrémité du bâti. Ces galets sont disposés par couples de deux, leurs axes étant disposés parallèlement à l'axe polaire.

Sur le milieu de cet arbre est calé un cercle portant un engrenage cylindrique destiné à donner les mouvements rapides à l'axe polaire. Ce cercle engrène avec un pignon recevant par une transmission le mouvement d'une manivelle située à la base du socle qui permet de donner la position horaire utile.

A une faible distance de ce cercle se trouve un second cercle C à denture hélicoïdale engrenant avec une vis actionnée par le mouvement d'horlogerie ; ce second cercle est fou sur l'arbre et peut en devenir solidaire au moyen d'une pince l'embrayant avec le premier cercle fixé sur l'arbre.

Cette pince est commandée de la base de l'instrument.

En outre, ce second cercle denté porte sur une de ses faces un limbe en argent divisé sur une partie de sa circonférence.

C'est la division en ascension droite.

Cette division est faite en heures et en minutes, la chiffraison en est faite de 15 en 15 minutes; les heures sont indiquées par de plus gros chiffres.

Le mouvement d'horlogerie disposé en haut et à l'intérieur du bâti, est mû par un poids moteur ; il transmet le mouvement à la vis tangente engrenant avec le cercle à denture hélicoïdale, de façon à faire tourner l'axe polaire d'une vitesse uniforme à raison d'un tour en vingt-quatre heures.

Cet arbre étant incliné suivant la latitude du lieu qui, à Paris, est 48°50′ est soutenu par une crapaudine s'appuyant contre un grain d'acier fixé à la face supérieure de son support.

A l'extrémité de l'axe polaire est fixé le support en forme d'U sur les branches duquel sont fixés les coussinets contenant les tourillons de l'axe de déclinaison.

Cet axe est composé d'une douille en fonte dans laquelle peut tourner un troisième axe partant à son extrémité inférieure une pièce d'acier en forme d'U.

Un arc D, venu de fonte avec la douille, porte sur sa tranche une denture en bronze et un limbe en argent.

Ce demi-cercle à denture hélicoïdale engrène avec une vis tangente mue au moyen d'une transmission d'engrenages par une manivelle placée à la base du sidérostat ; cet arc sert à caler l'axe de déclinaison suivant le parallèle déterminé.

Le limbe en argent fixé sur cet arc est divisé de 5 en 5 minutes d'arc, c'est-à-dire en douzièmes de degré ; un vernier au dixième permettra de lire la division avec une approximation de 30 secondes.

La lecture de ce limbe indique la déclinaison du parallèle suivi par l'instrument.

Lorsque l'axe de déclinaison est incliné suivant un parallèle donné, il ne doit pas se déplacer angulairement pendant la rotation de l'axe polaire par le mouvement d'horlogerie. Un embrayage à griffe placé dans le haut du bâti permet de rendre le cercle de déclinaison indépendant de toute sa transmission jusqu'à la base du sidérostat, pendant la marche de l'instrument et d'assurer ainsi complètement la fixité absolue de sa position angulaire. Cet embrayage se commande également de la base de l'instrument.

La pièce à deux branches fixée sur l'axe mobile dans la douille calée sur l'axe de déclinaison porte par deux coussinets les tourillons d'un manchon en bronze Y glissant sur la tige cylindrique I en cuivre fixée au centre de la culasse du miroir.

Ce manchon en comporte un deuxième, concentrique, pouvant tourner autour de son axe par l'intermédiaire de galets. Ce deuxième manchon est lui-même porteur de galets disposés parallèlement à l'axe. Cette disposition a pour but de substituer au glissement du manchon sur la tige, deux roulements, l'un angulaire, l'autre suivant l'axe normale du miroir.

Ce premier ensemble mobile, se déplaçant autour de l'axe polaire sur les quatre galets fixés au haut du bâti, pèse 2 800 *kg*.

La deuxième partie mobile comprend le miroir et son support vertical à la partie sud du bâti *(fig. 7)*.

Le support J du miroir est en fonte et présente deux branches verticales entre lesquelles se meut le miroir.

Ce support se déplace autour d'un axe vertical en roulant par sa base sur un système de trois galets *g*, indépendants, se déplaçant entre deux chemins circulaires; l'un des chemins est ménagé dans le bâti, l'autre dans le support.

En outre, la partie inférieure du support flotte dans une cuve annulaire U, fixée au bâti contenant 100 *l* de mercure; le volume de la partie immergée étant calculé de manière que la charge portée par le mercure soit les 9/10 du poids total du support avec le miroir.

Le barillet B du miroir repose, par ses tourillons, sur deux

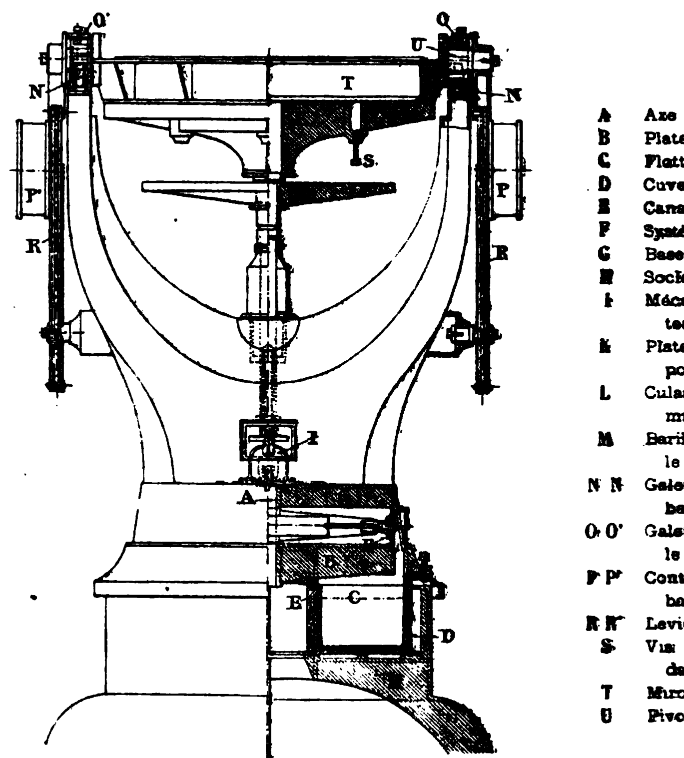
couples de deux galets, chaque couple étant fixé à l'extrémité des branches du support vertical J.

Le miroir N a 2 *m* de diamètre, 0,28 *m* d'épaisseur et pèse 3000 *kg;* il est ajusté dans le barillet et repose par sa face non réfléchissante sur la culasse R en fonte, boulonnée sur son pourtour après la face inférieure du barillet B.

Au centre de la culasse est boulonnée la tige cylindrique I,

Fig. 7.

Détail du support vertical du miroir



Légende.

A Axe vertical fixé au plateau B.
B Plateau fixé au bâtis H
C Flotteur dépendant de la base G
D Cuve de mercure.
E Canal de mercure.
F Système de galets indépendants
G Base de la monture du miroir.
H Socle.
I Mécanisme élévatoire du plateau K.
K Plateau qui reçoit la bassine pour l'argenture.
L Culasse sur laquelle repose le miroir.
M Barillet dans lequel est ajusté le miroir.
N N' Galets portant les tourillons du barillet.
O O' Galets maintenant latéralement le barillet.
P P' Contrepoids pour l'équilibre du barillet.
R R' Leviers.
S Vis pour soulever le miroir dans son barillet
T Miroir
U Pivot du Barillet.

normale à la surface réfléchissante, sur laquelle glisse le manchon de l'arc de déclinaison.

Entre les deux branches de ce support vertical est disposé un treuil T mû par une manivelle X disposée latéralement et destinée à supporter la cuve devant servir à l'argenture du miroir.

Un système de leviers et de contrepoids P assure l'équilibre

du barillet par rapport à son axe horizontal d'oscillation, qui doit passer par la surface argentée.

Le poids de ce second ensemble mobile atteint 13 000 *kg*.

A une distance du centre égale à 0,80 *m*, l'effort tangentiel à exercer pour produire le mouvement initial de rotation de cet ensemble est de 5 *kg*.

La cylindricité des différents axes à l'endroit de leur roulement sur les galets, ainsi que celle de ces derniers, a été vérifiée avec une approximation de 1/1 000e de millimètre.

Le poids total de la partie mobile est de 15 800 *kg*, le poids moteur du mouvement d'horlogerie nécessaire pour l'entraînement est de 70 *kg*.

Réglages de l'instrument.

Pour vérifier la situation relative des différents axes et leur direction, on a procédé aux réglages suivants :

1° Verticatilité de l'axe de rotation du support du miroir en agissant sur les six vis calantes par lesquelles repose le bâti sur les dés en fonte disposés sous les vis;

2° Parallélisme de l'axe polaire avec l'axe du monde en agissant sur les vis de rappel disposées dans son voisinage;

3° L'axe polaire et l'axe vertical de rotation du support du miroir dans le même plan vertical;

4° Le milieu de l'axe de déclinaison et l'axe horizontal d'oscillation du miroir dans le même plan horizontal;

5° L'axe vertical de rotation du support du miroir passant par le milieu de l'axe horizontal d'oscillation du miroir;

6° Égalité de la distance horizontale entre le milieu de l'axe de déclinaison et l'axe vertical du support du miroir, et de la distance entre le milieu de l'axe de déclinaison et le milieu de l'axe du manchon;

7° L'axe de la tige normale de direction du miroir passant par le milieu de l'axe horizontal de rotation du miroir et par le milieu de l'axe de rotation du manchon.

La manœuvre de l'instrument se fait de la base où sont disposées les deux manivelles d'ascension droite et de déclinaison M_1 et M_2; la manivelle des mouvements lents en ascension droite M par l'intermédiaire du mouvement différentiel adopté en horlogerie; la manivelle remontoire M_3 du mouvement d'horlogerie; la commande de la pince d'embrayage du cercle horaire avec l'axe

polaire ainsi que la commande de l'embrayage de l'arc de déclinaison avec la transmission; enfin, les deux lunettes L et L' servant l'une pour la lecture du cercle horaire, l'autre pour la lecture de l'arc de déclinaison.

L'ensemble de l'instrument pèse 38 000 *kg*.

Lunette et oculaire.

La lunette horizontale a 60 *m* de long et 1,50 *m* de diamètre; elle est composée de vingt-quatre tubes en tôle d'acier de 2 *mm* d'épaisseur. Elle est fixe et repose sur cinq points d'appui de même hauteur, de façon que son axe se trouve au niveau du centre du miroir.

Elle pèse 21 000 *kg*.

Devant son ouverture la plus rapprochée du miroir sont les deux objectifs de 1,25 *m* de diamètre, l'un astronomique, l'autre photographique, disposés sur un socle en fonte roulant sur des rails disposés perpendiculairement à l'axe de la lunette pour amener facilement l'un ou l'autre objectif en regard de la lunette.

Chaque objectif comprenant deux lentilles, un crown et un flint ayant chacune leur barillet, pèse, avec leur monture, 900 *kg*.

Le barillet du crown de chaque objectif est fixé au chariot; le barillet du flint est monté sur des roues et guidé sur des rails, et peut s'écarter de celui du crown pour pouvoir nettoyer facilement les faces internes des deux lentilles.

Le centrage des deux lentilles de chaque objectif est assuré par l'emboîtement des deux barillets l'un dans l'autre.

A l'autre extrémité de la lunette, c'est-à-dire au foyer des objectifs, est disposé le tube oculaire destiné à grossir ou photographier l'image des étoiles observées.

Le groupe oculaire se compose d'un tube T semblable à ceux qui forment la lunette, mais monté sur quatre roues, de façon à faciliter la mise au foyer de la plaque photographique ou de l'oculaire employé, en faisant mouvoir une vis de rappel B.

A l'intérieur de ce premier tube peut rouler sur quatre galets *g* un deuxième tube *t* de 1,20 *m* de diamètre supportant le micromètre ou la plaque photographique.

Ce deuxième tube reçoit un mouvement de rotation pour obtenir l'immobilité du champ par rapport au réticule.

Cette rotation de vitesse variable, suivant les divers parallèles, est commandée par un mouvement d'horlogerie M et transmise

au tube intérieur par un système de changement de vitesse passant par tous les intermédiaires compris entre les limites extrêmes constatées expérimentalement.

Ce second tube intérieur porte quatre galets *l* entre lesquels peut tourner autour de l'axe un cercle P permettant l'orientation rapide du réticule suivant l'inclinaison voulue pour la mesure des distances entre les étoiles. Une fois le réticule orienté, on rend, au moyen d'une pince, ce cercle solidaire du tube intérieur.

Sur la face externe de ce cercle sont disposées deux coulisses dans lesquelles peut glisser un chariot A. Ce chariot a un déplacement rectiligne et uniforme, donné par une vis W que fait mouvoir un mouvement d'horlogerie.

En immobilisant le miroir, on peut, à l'aide de ce chariot, suivre une étoile pendant son passage dans le champ qui dure deux minutes avec une grande exactitude, puisqu'on est à l'abri des défauts pouvant venir des organes faisant mouvoir le miroir.

Enfin ce chariot porte deux systèmes de cadre D et D′ à mouvement rectiligne, à angle droit l'un de l'autre et dirigés chacun par une vis micrométrique pour pouvoir faire directement à l'oculaire les mouvements lents en ascension droite et en déclinaison.

Le cadre supérieur est disposé de manière à pouvoir recevoir soit un châssis pour la photographie, soit un micromètre, soit un spectroscope, soit un appareil pour la projection.

Avec ces nouvelles dispositions, la fixité du champ à l'oculaire est parfaitement assurée et l'instrument devient d'une stabilité, d'une précision et d'une facilité de manœuvre qu'on ne pourrait trouver dans des instruments équatoriaux de petite dimension.

TROISIÈME PARTIE

Dressage mécanique des surfaces optiques.

Les surfaces réfléchissantes planes employées dans les instruments d'astronomie exigent une très grande perfection pour que les images soient fidèlement rendues après réflexion.

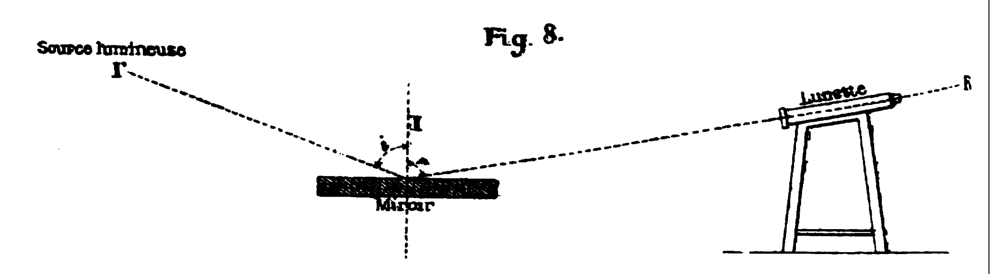
On reconnaît qu'une surface est parfaitement plane par le procédé de Foucault qui consiste à regarder dans une lunette l'image réfléchie d'un point rond lumineux.

L'image observée dans la lunette étant mise au foyer devra

être ronde, sans déformations aux bords, et présentera tout autour, des anneaux de diamètre croissant alternativement sombres et brillants ; ce sont les anneaux de diffraction donnés par l'objectif ; en outre, en déplaçant l'oculaire de part et d'autre du foyer, l'image cessera d'être nette mais restera ronde.

Si la surface est légèrement concave, l'image sera aplatie suivant le diamètre vertical quand on avancera l'oculaire, et allongée suivant ce même diamètre quand on éloignera l'oculaire du foyer. L'inverse a lieu si la surface est légèrement convexe.

Fig. 8.



Cette méthode a été employée dans le cours du travail du miroir de 2 *m*. On a pu observer que sa sensibilité était telle que le contact de la main avec la surface pendant quelques secondes, suffit à faire en cet endroit une bosse qui a pour effet de déformer l'image observée dans la lunette. Cette bosse atteint 1/3000 de millimètre.

Cette méthode optique peut montrer des irrégularités de planéité de l'ordre de 1/10000 de millimètre.

Pour éviter toute flexion du miroir à laquelle correspondrait un changement de la surface et, par suite, des déformations de l'image, il faut donner au miroir une épaisseur suffisante par rapport à son diamètre.

On observe généralement le rapport 6 ou 7 entre le diamètre et l'épaisseur, ce qui, pour 2 *m* de diamètre, correspond bien à environ 29 *cm* d'épaisseur. Le poids d'une telle masse est d'environ 3000 *kg*.

Surface du miroir plan.

Pour travailler mécaniquement une aussi grande surface, avec une approximation de 1/10000 de millimètre, la machine employée devait être suffisamment rigide pour ne pas fléchir sous

un poids pareil, et les différents organes qui la constituent devaient être construits avec une précision au moins égale.

La machine comprend un grand bâti en fonte surmonté de 4 supports, au centre duquel se meut autour d'un axe vertical le grand plateau en fonte C sur lequel on dispose une épaisseur de flanelle destinée à répartir également le poids du miroir posé horizontalement sur ce plateau.

Ce plateau est porté en son centre par une crapaudine F à vis et contre écrou réglables et glisse en son pourtour sur un guidage circulaire G soigneusement dressé et ayant son plan bien perpendiculaire à l'axe.

Une couronne dentée fixée à ce plateau engrène avec un pignon E recevant par poulie et courroie le mouvement de la machine motrice.

Le plateau support du miroir, mis en rotation autour de son axe vertical, fait ainsi deux tours et demi par minute d'un mouvement aussi uniforme que possible.

Sur les montants verticaux du bâti sont boulonnées deux glissières I' disposées parallèlement dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation du plateau, sur lesquelles glissent deux glissières mobiles I supportant l'équipage qui comporte le plateau rodoir B et son support D.

Cet équipage mobile est animé d'un mouvement horizontal rectiligne de va-et-vient et fait environ un double déplacement pendant un tour du plateau.

Pour supprimer les flexions et diminuer le frottement de glissement, les trois quarts de la charge sont supportés par quatre galets *g* de roulement sur deux rails en fer *i* indépendants des glissières.

Le mouvement du plateau ainsi combiné avec celui du rodoir engendrent une surface dont le profil est la reproduction exacte de celui des glissières II'.

Pour obtenir le miroir plan de 2 *m* avec la précision voulue, on a dû dresser la face de ces glissières suivant la ligne droite et avec une approximation de 1/10 000 de millimètre.

Pour obtenir ce résultat, chacune de ces quatre glissières qui mesure environ 2,40 *m* de long a été rodée successivement avec deux règles auxiliaires de même longueur. Ces deux règles auxiliaires épousaient ainsi chacune le profil de la glissière ; en les appliquant l'une contre l'autre, on corrigeait leur flèche respective, et on recommençait le rodage de la glissière avec successi-

vement chaque règle ainsi corrigée. On continuait ainsi l'opération jusqu'à ce que les deux règles rodées chacune, une dernière fois sur la glissière, appliquent exactement l'une sur l'autre sur toute leur longueur.

Pour assurer la parfaite application des surfaces, ce dernier rodage a été fait à sec. Ce travail des glissières a duré trois mois.

Le douci de la surface du miroir a été obtenu progressivement en employant des émeris de plus en plus fins projetés avec de l'eau par un orifice pratiqué au centre du rodoir.

Pour les derniers émeris employés, la distance à observer entre la surface de verre et le rodoir était de 0,03 *mm* pour ne pas produire de rayures.

Pour assurer le parallélisme du rodoir et de la surface de verre, on fixait sur la tranche du rodoir et à des distances égales quatre comparateurs donnant le millième de millimètre.

Avec une règle appliquée contre la face du rodoir on lisait la position de chaque comparateur par rapport à cette face, puis en amenant le rodoir au centre du miroir, on lisait leur position par rapport à la surface du verre.

La différence des lectures donnait ainsi l'intervalle entre les deux faces que l'on réglait par trois vis de rappel reliant le rodoir à son support.

Le poli de la surface a été obtenu à sec avec du papier collé sur le rodoir sur lequel était légèrement frotté du tripoli de Venise.

Cette opération est très délicate car le travail se faisant à sec, il faut éviter autant que possible l'échauffement résultant du frottement de l'outil sur la surface.

L'expérience a démontré que pour faire le polissage avec le minimum d'échauffement, il fallait maintenir entre la surface de l'outil et celle du miroir un intervalle de 0,03 *m*.

Malgré cet intervalle, le polissage avait lieu et il était même nécessaire de ne faire marcher l'outil qu'une minute ou deux et arrêter 30 minutes pour éviter la chaleur. Malgré tout, la surface du miroir se bombait sous l'action du frottement, et le lendemain après refroidissement, cette surface était creuse; il fallait donc songer à combattre cet effet d'une autre manière, c'est-à-dire donner aux glissières une courbure égale à celle que prenait la surface du miroir pendant le travail. C'est ce qui a été fait par l'addition au-dessus de chaque glissière d'une pièce de fonte

trois fois plus large P de manière à offrir une grande résistance à la flexion.

Le résultat d'une série d'expériences a été que la courbure à donner aux glissières devait avoir une flèche de un deux-centième de millimètre pour une longueur de 2 *m*.

Ce réglage était obtenu à l'aide de deux comparateurs fixés de part et d'autre du rodoir; la flèche se trouvait ainsi mesurée par la différence des lectures des comparateurs mis en contact avec la surface du miroir lorsque le rodoir se trouvait successivement au milieu et aux deux extrémités de sa course.

La vérification de la surface est faite optiquement par le procédé de Foucault en examinant successivement des zones de plus en plus rapprochées du centre et en faisant tourner le miroir.

La correction mécanique de la surface, une fois le poli obtenu, a duré 8 mois.

Les résultats obtenus permettent d'affirmer que le travail mécanique remplace avantageusement le travail fait jusqu'à présent à la main.

Surfaces des objectifs.

Les deux machines employées pour faire les surfaces des objectifs sont analogues de construction.

La différence réside simplement dans la forme des glissières qui, au lieu d'être droites, sont courbes.

Cette courbure est d'ailleurs proportionnelle et de même sens que la courbure de la surface à obtenir.

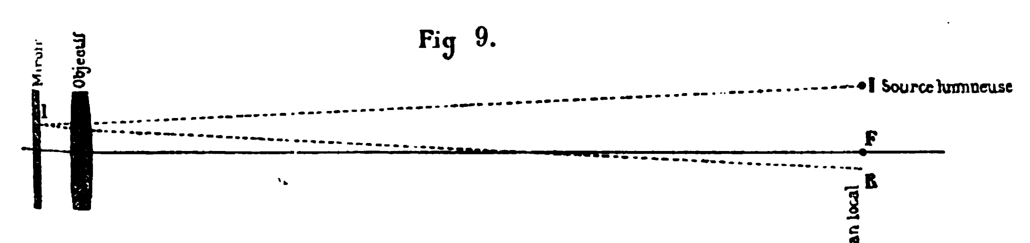


Fig 9.

Ce travail n'est qu'à son début, mais la méthode qui sera suivie ressemblera en bien des points à celle qui a été employée pour le miroir.

Les moyens de vérification des surfaces seront différents. Une fois le poli de chaque objectif obtenu, on fera son examen par colimation.

En plaçant l'objectif devant le miroir et une source lumineuse au foyer de l'objectif, la lumière après avoir passé par ce dernier et avoir été réfléchie par le miroir repassera de nouveau par l'objectif pour venir former au foyer une image de la source lumineuse.

Avant de terminer, il est nécessaire de fournir quelques chiffres pour donner une idée des résultats que l'on peut attendre d'un si gigantesque instrument par le grossissement dont il pourra être capable.

Il faut d'abord définir ce qu'on entend par grossissement d'une lunette astronomique.

Le grossissement d'un instrument d'astronomie est le rapport entre le diamètre apparent de l'image vue dans l'oculaire et le diamètre apparent de l'objet vu à l'œil nu.

Il est numériquement égale au produit du grossissement de l'objectif par le grossissement de l'oculaire.

Le grossissement d'un objectif astronomique est proportionnel à sa distance focale :

F étant sa distance focale;

m la distance minima de vision distincte pour une vue normale;

on a :

$$g = \frac{F}{m}.$$

Grossissement du sidérostat.

Chaque objectif du sidérostat ayant 1,25 *m* de diamètre et 60 *m* de distance focale, en attribuant au coefficient *m* la valeur moyenne 10 *cm*, le grossissement sera :

$$g = \frac{60}{0,10} = 600.$$

En associant un oculaire grossissant 10 fois, le grossissement total de l'instrument sera :

$$G = 600 \times 10 = 6\,000.$$

D'un autre côté le pouvoir séparateur ou pouvoir optique d'un objectif de 12 *cm* de diamètre étant de une seconde, et le pouvoir séparateur étant proportionnel au diamètre de l'ouverture, l'objectif du sidérostat permettra de mesurer la distance angulaire de deux étoiles voisines de un dixième de seconde d'arc.

Au foyer principal de l'objectif du sidérostat la lune aura un diamètre de 56 *cm*.

En grossissant cette image dix fois, soit par un oculaire soit par un appareil de projection, elle aura un diamètre de 5,60 *m*.

Cette image placée à 10 *cm* de notre œil sera vue sous le même angle visuel que celui sous lequel on verrait la lune si elle n'était distante de la terre que de 58 *km*.

Les cratères de la lune ayant 100 *m* de diamètre seront représentés sur l'image par un point de deux dixièmes de millimètre.

Visite aux Ateliers de M. P. Gautier.

Le dimanche 28 mai 1899, les Membres de la Société ont été reçus par M. P. Gautier dans ses ateliers, 56, boulevard Arago.

Ils ont entendu les explications fort intéressantes que M. P. Gautier leur a données sur la construction du sidérostat.

Cette visite, qui a duré de 10 heures du matin à midi, a vivement intéressé nos Collègues qui ont été invités par M. Bobin, architecte, à visiter la construction qui s'élève au Champ-de-Mars, sous sa direction, pour abriter l'appareil. Cette visite pourra être utilement comprise dans le programme de la tournée que les Membres de la Société feront, le 29 juin, aux chantiers de l'Exposition, car, à cette époque, le bâtiment sera presque achevé.

ÉTUDE SUR DIVERS GAZ COMBUSTIBLES

utilisés pour divers usages industriels en général, et principalement pour la production de la force motrice

---

TABLE DES PARAGRAPHES ET SUJETS

Pages.

ÉTUDE

SUR

DIVERS GAZ COMBUSTIBLES

utilisés pour divers usages industriels en général, et principalement pour la production de la force motrice

PAR

M. A. LENCAUCHEZ

AVANT-PROPOS

Je rappellerai qu'en 1873 et 1874, j'ai présenté, à la Société des Ingénieurs Civils de France, des Mémoires sur les gaz des bois et sur les gaz des hauts fourneaux, qu'en 1891 j'ai présenté encore un mémoire sur les moteurs à gaz et sur le gaz comme agent de transport de la force motrice, enfin qu'en 1892, la Société a reçu de moi, un mémoire sur l'enrichissement des gaz des gazogènes; d'un autre côté, je ferai remarquer que j'ai eu souvent, depuis 1872, l'occasion de prendre part à nos discussions sur les divers emplois des gaz combustibles en général; en 1897, la Société d'Encouragement a bien voulu honorer mes modestes travaux sur la production et sur l'emploi des gaz combustibles, d'une médaille d'or.

Il est donc naturel qu'à la suite de la Conférence que MM. Roman et Manaut ont faite à la Société, le 3 février dernier, je présente quelques observations critiques sur leurs conclusions, tout en félicitant hautement mes Collègues pour la façon très brillante avec laquelle ils ont exposé les travaux et recherches de M. Riché, sur la production du gaz de distillation des bois; j'avais d'ailleurs rédigé en partie ces observations à l'occasion de l'ouvrage publié sur le même sujet par nos Collègues, MM. Vigreux et Bardolle, en vente chez MM. Masson et C[ie], éditeurs a Paris, depuis plusieurs mois.

§ 1. — Les gaz combustibles industriels sont nombreux.

Dans ces derniers temps, deux gaz, l'un nouveau, de M. Riché, l'autre très vieux, celui des hauts fourneaux, ont reçu une application nouvelle, qui est celle de faire marcher des moteurs à gaz d'une grande puissance : de sorte qu'aujourd'hui, nous avons à comparer entre eux les gaz combustibles suivants :

1° Le gaz de distillation de la houille, dit gaz d'éclairage;
2° Le gaz de distillation de lignite, peu employé jusqu'ici;
3° Le gaz de distillation de la tourbe, peu employé jusqu'ici;
4° Le gaz de distillation de bois, peu employé jusqu'ici;
5° Le gaz à l'eau de coke ou d'anthracite, peu employé jusqu'ici;
6° Le gaz à l'eau de bois, dit gaz Riché;
7° Le gaz de gazogène mixte, au coke ou à l'anthracite;
8° Le gaz de gazogène de lignite, de tourbe ou de bois;
9° Le gaz de gazogène de houilles diverses.

Je ne parlerai plus aujourd'hui des gazogènes à air libre et à cendrier ouvert à sole sèche, non arrosée, complètement abandonnés par toutes les usines bien montées, possédant tous les perfectionnements pratiques consacrés par dix années d'heureuses applications, car à présent tous les gazogènes modernes sont fermés et à cendriers arrosés, soufflés par des ventilateurs, ou aux jets de vapeur Kœrting et autres; de sorte qu'aujourd'hui, tout bon gazogène fait du gaz mixte, en décomposant par kilogramme de combustible depuis 0,150 *kg* jusqu'à 0,350 *kg* de vapeur d'eau fort utilement; alors les gaz en sortent à basse température, soit pour le coke à 850°, pour l'anthracite à 500°: et pour les houilles Flénu longues flammes, à 90° et même à 60°. Mais pour les lignites, les tourbes et les bois, le gaz s'échappe de ses gazogènes complètement froid; donc l'utilisation du calorique est presque totale; car on a, suivant les cas, des rendements de 75, de 88 et même de 96 0/0; alors qu'il y a 25 ans, les gazogènes dits Siemens, ne rendaient qu'à peine 50 0/0; de sorte qu'à cette époque, le gaz de 1 *kg* de houille chargée au gazogène, n'aurait pu produire que 4 *kg* de vapeur au lieu de 8 *kg* donnés très pratiquement par les bonnes chaudières à vapeur, avec 1 *kg* de la même houille.

§ 2. — Puissance calorifique des gaz et travail utile qu'ils donnent.

La richesse calorifique, ou pouvoir, des nombreux gaz cités ci-dessus varie entre 5 350 calories par mètre cube à + 15° et à 760 pour le plus riche, le gaz d'éclairage (1) et 900 calories pour le plus pauvre, le gaz des hauts fourneaux, dont on parle beaucoup depuis quelque temps.

Comme on le sait, plus un gaz est riche, plus sa puissance balistique est grande; c'est-à-dire plus les mélanges tonnants qu'il forme donnent de puissantes explosions, soit un plus grand travail mécanique, sur les pistons des moteurs à gaz. D'un autre côté, plus un gaz est pauvre, plus sa compression préalable doit être élevée pour bien l'utiliser.

Le tableau ci-dessous, fait voir, pour six des gaz principaux, les résultats de nombreux essais et expériences, de consommation par heure et par cheval effectif, mesuré sur l'arbre de couche des moteurs à gaz au frein de Prony; soit la dépense réelle par cheval utile de 75 *kgm;* les gaz étant pris à + 15° et à 760, pour base de comparaison.

L'examen de ce tableau et de ses diagrammes (*fig. 1*, ci-contre), fait voir que le volume de gaz consommé croît très rapidement et passe de 0,600 m^3 à 4,666 m^3 ou de 1 volume à 7 volumes 3/4, tandis que la dépense du calorique ne croît que de 3 210 calories à 4 200 calories ou de 1,0 à 1,3. Cet accroissement considérable en volume s'explique par suite de la grande quantité de gaz inertes, azote et acide carbonique, renfermée dans le gaz des hauts fourneaux; quant à la dépense de calorique, elle n'augmente que de 30 0/0; mais à bien dire, cette augmentation qui seule ici intéresse, est due au travail résistant de la compression qui passe de 3 à 9 *kg*, ou de 2,1 à 3,2 en travail, soit de 2 à 3, ayant pour but de donner au mélange tonnant le calorique qui lui fait défaut et qui est toujours presque entièrement perdu, vu le refroidissement intense, dû aux parois des cylindres et autres imperfections; mais cette compression préalable entre 8 et 9 *kg*, peut produire à fin de course, une augmentation de température de 400° (2) qui devient un accroissement de calorique, par mètre cube de gaz, très notable. En effet, 1 m^3 de gaz de haut fourneau lavé et

(1) Dit gaz au titre de la Ville de Paris; quelques chiffres plus élevés ont été donnés, notamment celui de 6 000 par Morin et Tresca.

(2) D'après M. G. Bertrand, *Thermodynamique* 1887.

Tableau 1, indiquant avec diagrammes la dépense de gaz en M³ pris à + 15° et à 760 m/m des Moteurs à gaz ordinaires de bonne construction courante, par heure et par cheval effectif ainsi que la dépense de calorique *(calories)* correspondant

Fig. 1

Mètres cubes de gaz à + 15° et à 760 par cheval effectif et par heure.	Le diagramme en trait pointillé est celui de la dépense en mètre cube et Le diagramme en traits pleins est celui de la dépense de calories	Dépense par heure et par cheval effectif		Compression préalable dans les cylindres avant l'explosion	Coefficient de la valeur comparative du rendement thermique des gaz
		en mètres cubes	en calories		
Gaz de hauts-fourneaux		4^{m^3},666	4200	8 à 9 K^os	0.688
Gaz de gazogène au coke		3^{m^3},317	3,980	5 à 6 K^os	0.760
Gaz mixte de houille ordinaire		2^{m^3}580	3,766	4 à 5 K^os	0.827
Gaz à l'eau de coke		1^{m^3}318	3,488	3 à 4 K^os	0.914
Gaz Riche de bois		1^{m^3}150	3.450	2½ à 3 K^os	0.926
Gaz d'éclairage		0^{m^3}600	3.210	2 à 3 K^os	1,000
Gaz de hauts fourneaux	900 cal	Puissance calorifique de 1 m³ de gaz à + 15° et à 760			900 cal
Gaz de gazogène au coke	1140 à 1200 cal	d°			1140 à 1200 cal
Gaz mixte à la houille	1480 cal	d°			1480 cal
Gaz à l'eau de coke	2646 cal	d°			2646 cal
Gaz Riche de bois	3000 cal	d°			3000 cal
Gaz d'éclairage de houille	5.350 cal	d°			5350 cal

épuré à 760 et à + 15° pèse 1,150 *kg*, et réclame pour être brûlé, 1,050 m^3 d'air pris à la même température, soit à 15° pesant 1,225 *kg*, plus un résidu de 0,12 des produits de la combustion de l'explosion précédente, qui représente une valeur de :

$$(1{,}150\ kg + 1{,}225\ kg) \times 0{,}12 = 0{,}285\ kg.$$

de sorte qu'au total 1 m^3 de gaz de haut fourneau donne lieu à un poids de mélange tonnant total de :

$$(1{,}150\ kg + 1{,}225\ kg) \times 0{,}285\ kg = 2{,}660\ kg.$$

qui portés par la compression à un accroissement de température de 400° en moyenne, communique an mélange tonnant une augmentation de calorique de :

$$2{,}660\ kg \times 0{,}24 \times 400° = 255 \text{ calories.}$$

Le gaz des hauts fourneaux n'en possédant que 900, c'est donc comme si sans compression, on prenait du gaz à 900 calories + 255 calories = 1 155 calories, le mètre cube à + 15° et à 760; malheureusement, ce n'est qu'une très faible fraction de ces 255 calories qui est transformée en travail utile; de là l'infériorité des gaz pauvres comparée au gaz riche comme le gaz d'éclairage.

Certains expérimentateurs assurent n'avoir constaté avec le gaz de M. Riché, qu'une consommation de 0,800 m^3 à 1,000 m^3 avec un moteur qui ne consomme que 500 *l* de gaz d'éclairage par heure et par cheval effectif; si nous comptons d'une façon générale sur la dépense de 600 *l*, il faut donc, pour ramener cette constatation à notre tableau, augmenter de 1/5 les consommations ci-dessus qui alors deviennent 0,800 $m^3 \times 1{,}2 = 0{,}960\ m^3$ et 1 $m^3 \times 1{,}2 = 1{,}200\ m^3$. Or, dans ce tableau, j'ai compté sur une dépense de 1,150 m^3 de gaz Riché à + 15° et à 760 pour bonne moyenne pratique. D'un autre côté il ne faut pas oublier que le gaz Riché étant un gaz de distillation combiné au gaz à l'eau peut varier de richesse suivant que les cornues sont plus ou moins fortement chauffées et que la décomposition de la vapeur d'eau donne $CO^2 + 2\,H$, ou $CO + H$, ou encore leur mélange suivant son degré plus ou moins élevé en haute température ou surchauffe.

§ 3. — Gaz des hauts fourneaux.

Le gaz des hauts fourneaux dont on a tant parlé dans ces derniers temps, est un sous-produit de la fabrication de la fonte; dans mon mémoire à la Société de 1872-1874, comme dans mon ouvrage sur les combustibles de 1878, je dis que la production de la fonte absorbe 36 0/0 du calorique que possède le coke, qui sert à sa formation (page 57,§ 24), et que 100 — 36 = 64 0/0 sont disponibles pour le chauffage du vent et la production de la vapeur réclamée par les machines soufflantes ; mais comme ce gaz des hauts fourneaux brûle mal, on n'en retire qu'un bien faible effet utile; c'est pourquoi dès 1872 à 1874 comme en 1878, je proposais de l'employer au chauffage des fours Martin, et des fours à réchauffer, où il brûle très bien, avec le maximum d'effet utile ; à cette époque je disais : Le gaz des hauts fourneaux brûlant avec 900 calories au mètre cube ne communique à la chaudière que 300 calories; la perte est donc de 2/3; d'un autre côté, pour transformer en gaz la houille, au gazogène Siemens, on perd 40 0/0 ou les 2/5 de son calorique; donc ne vaudrait-il pas mieux chauffer les fours au gaz des hauts fourneaux et faire de la vapeur directement avec la houille brûlée sur les grilles des chaudières? car on ferait d'un côté une économie de 66 0/0 et de l'autre celle de 75 (1) — (100 — 40) = 15 0/0; de sorte qu'on arriverait à une économie totale de 66 + 15 = 81 0/0 sur les deux opérations ou en moyenne de 40,5 0/0, en considérant les hauts fourneaux comme des gazogènes.

Mais aujourd'hui, grâce au perfectionnement qu'ont reçu, dans ces derniers temps, les moteurs à gaz, on peut dire plus que jamais, que les hauts fourneaux doivent être considérés avant tout comme des gazogènes. En effet utile les meilleures machines soufflantes et de forges dépensent encore 10 *kg* de vapeur, par heure et par cheval effectif en bonne marche pratique et industrielle, en réclamant 10 *kg* × 640 calories = 6 400 calories. Si le mètre cube de gaz ne donne que 300 calories à la vapeur, il faut donc brûler $\frac{6\,400}{300} = 21{,}1/3\,m^3$ de gaz de hauts fourneaux, pour obtenir ou faire 1 *ch* effectif; tandis que le même gaz

(1) 75 0/0 étant le rendement thermique des bonnes chaudières à vapeur chauffées directement à la houille.

employé par un moteur à gaz au lieu de 1 *ch* donnera : (voyez le tableau ci-dessus § 2) :

$$\frac{21{,}333\ m^3}{4{,}666\ m^3} = 4{,}572\ ch,$$

ce qui fait, qu'un haut fourneau qui, avec machine à vapeur dispose de 200 *ch* pourrait donner 914 *ch*, mesurés sur l'arbre de couche avec des moteurs à gaz.

Cette augmentation de puissance de 78 0/0 et cette économie de 40 0/0 ne sont pas encore bien comprises par la métallurgie qui croit encore à l'impossibilité de débarrasser les gaz des hauts fourneaux des poussières qu'ils transportent et qui s'opposent à leur emploi dans les moteurs et dans les fours ; quoique cependant leur épuration ne présente pas de difficultés pratiques insurmontables, comme on veut bien le croire par routine, parce qu'on l'a entendu dire par de vieux praticiens qui eux-mêmes, malgré leurs affirmations solennelles, n'ont jamais sérieusement fait un essai en vue de l'épuration de ces gaz. Enfin aujourd'hui sous la pression de 5 ou 6 grands établissements, en Amérique, en Angleterre, en Allemagne, en Belgique et dans l'Est français, des essais sérieux se font en vue de l'épuration du gaz des hauts fourneaux et de son application aux moteurs à gaz, qui, déjà, donne de très bons résultats, assurant un grand progrès naissant.

§ 4. — Gaz de distillation.

Si on soumet à la distillation sèche un combustible quelconque, il donne un résidu fixe, charbon ou coke, du goudron, des eaux de constitution, acides, neutres basiques et un gaz permanent plus ou moins éclairant et plus ou moins riche en éléments combustibles ; le rendement varie :

1° En coke ou charbon, entre 0,880 pour l'anthracite et 0,235 pour le bois sec, en poids ;

2° En gaz permanent, entre 0,080 et 0,425 aussi en poids ;

3° En goudron entre 0,075 et 0,145 —

4° En eau de constitution entre 0,025 et 0,195 —

Le poids de tous les gaz de distillation varie entre 1,047 *kg*, pour les bois et 0,600 *kg*, pour les houilles au mètre cube ramené à 0° et à 760.

Leur pouvoir éclairant varie entre 2,75 pour le gaz des schistes et 0,150 pour le gaz de bois (1); le pouvoir éclairant du gaz de houille de Paris étant 1,00.

Leur puissance calorifique au mètre cube à 0° et à 760 varie entre 7400 calories pour le gaz de schiste et 3300 calories pour le gaz de bois sec étuvé à 200°.

La quantité de combustible dépensé pratiquement pour la distillation varie (en prenant pour type le coke des usines à gaz d'éclairage), entre 0,25 pour la houille à gaz et 0,15 du poids du combustible distillé ; on peut prendre comme moyenne industrielle 0,2 de coke pour 1,0 distillé, soit houille, schiste, lignite, tourbe ou bois.

Le volume de gaz permanent de distillation, donné pour 1 *kg* des combustibles ci-dessus, varie entre 0,350 m^3 pour les houilles à gaz les plus riches et 0,050 m^3 pour les anthracites ; mais les lignites, les tourbes et les bois donnent en moyenne 0,300 m^3 de gaz par kilogramme sec, soit desséché à 105° et à 760. Le poids de 1 m^3 de gaz de houille dit d'éclairage, est de 0,600 *kg* à 0° et à 760, tandis que le gaz de lignite pèse 0,908 *kg*, celui de tourbe 0,865 *kg* et celui de bois 1,047 *kg*.

Les gaz de ces derniers combustibles, qui sont très oxygénés et qui donnent beaucoup d'eau de constitution à la distillation, renferment considérablement d'acide carbonique CO^2 en volume, le gaz de bois, en possède $0^r,257$ celui de tourbe $0^r,300$ et celui de lignite parfait de qualité supérieure, $0^r,150$ 0/0 (2).

§ 5. — Gaz de distillation des bois.

Aujourd'hui les gaz de distillation, à l'eau, mixte et des gazogènes sont employés au chauffage des fours métallurgiques, dans presque toutes les industries réclamant de la chaleur ; la force motrice commence à les employer en grand, depuis quelque temps. Si nous considérons ce dernier cas et les gaz de bois, dont on parle aujourd'hui, comme au temps de l'illustre Ebelmen, il faut remarquer qu'il y a bois et bois, comme fagots et

(1) Excepté pour les bois résineux, les nœuds de sapin, etc., qui par leur résine donnent du gaz éclairant, quand celui-ci est bien débarrassé de ses 50 0/0 en poids d'acide carbonique ; mais cette épuration à la chaux est plus coûteuse que ne vaut le gaz obtenu.

(2) En poids, la quantité de CO^2 acide carbonique est de :
50 0/0 pour le bois ;
59 0/0 pour la tourbe ;
30 0/0 pour le lignite.

fagots de bois ; car en effet, si on prend du bois étuvé à 200°, sa puissance calorifique au kilogramme est de . . 4 000 calories.

Séché au soleil en six mois d'été, ou sous remise, elle est de . . . . 3 300 —

Vert, d'hiver ou de six semaines de coupe elle n'est plus que de. . . . . 2 640 —

Les bois donnent des résultats très variables à la distillation en cornues et à la gazéification dans les gazogènes, suivant qu'ils sont plus ou moins secs : d'après MM. Gottlieb, Scheurer-Kestner et Malher, la valeur calorifique des bois, déduction des cendres et de l'eau qu'ils renferment (à des degrés très variables plus ou moins grands), par kilogramme est de :

Pour le chêne.	4 620	calories
— frêne	4 711	—
— charme	4 728	—
— hêtre	4 774	—
— bouleau.	4 771	—
— sapin.	5 035	—
— pin.	5 085	—

On voit donc qu'après dessiccation, ce sont les bois résineux quido nnent le maximum de calorique grâce à la résine qu'ils renferment.

A la carbonisation à outrance, à la température de 1 200°, neuf échantillons de bois divers ont donné, en vase clos, à Berthier :

1° Charbon de bois. . .	Carbone fixe. . .	0,170
	Cendres	0,005
2° Produits volatils.		0,825
	Total.	1,000

N. B. — Cendres dans le charbon $\frac{5}{170} = 3$ 0/0.

Une autre carbonisation en vase clos à la température de 700° a donné à Berthier pour du bois très sec :

1° Charbon 0,235 . . .	Carbone fixe. . . .	0,223
	Cendres.	0,016
2° Gaz divers assez combustibles		0,425
3° Eau acide condensée		0,191
4° Goudron donnant des vapeurs à 256°. . . .		0,145
	Total	1,000

Pour la distillation des bois employés pour la production du charbon de bois domestique *(à Paris principalement)*, de l'acide pyroligneux, de l'alcool méthylique, etc., on obtient en moyenne pratique et industrielle, à la carbonisation par distillation :

1° Charbon de bois léger de cuisine	0,250 *kg*
2° Gaz combustibles de distillation (1)	0,334
3° Eaux acides de condensation	0,336
4° Goudron brut de bois	0,080
Total.	1,000 *kg*

En termes de fabrication de charbon et d'acide pyroligneux, le bois employé dit normal est en général un bois de chêne, hêtre, charme et bouleau, ayant un an de coupe, renfermant 18 à 20 0/0 d'eau hygrométrique, qu'une dessiccation prolongée à 130° pourrait lui faire perdre. Pour distiller ou carboniser ce bois en vase clos, on dépense 150 *kg* de coke ou de houille ordinaire (2) pour 1 000 *kg* de bois rendant 235 *kg* de charbon de bois léger ; c'est donc 15 0/0 quand les gaz de distillation ne sont pas rétrogradés au foyer de la cornue ; mais si le bois est humide, la dépense de houille monte à 18 et même 20 0/0 ; par contre si le bois a été étuvé à 150°, dans des conditions spéciales, la dépense de houille est réduite à 11 1/2 et 13 0/0 avec des appareils parfaits pour la distillation.

La carbonisation lente en forêt ne donne qu'un rendement de 18 0/0 en très bon charbon de bois dense et sonore, résistant bien à la charge des hauts fourneaux : donc 1 *t* de bois donne 180 *kg* de charbon ; mais la consommation de combustible utile n'est plus que de 235 *kg* — 180 *kg* = 55 *kg*, soit de 5 1/2 0/0, tombant souvent à 5 0/0 (3). La qualité du charbon, dit de forêt, est due à ce que la meule n'étant pas portée à haute tempéra-

(1) Ce gaz est utilisé au chauffage des cornues et vient ainsi diminuer la dépense de houille, mais il est plus souvent brûlé dans les foyers des chaudières à vapeur ; de cette façon la distillation est plus facile à conduire et à contrôler, les grilles des cornues n'ayant qu'une seule source de calorique, la houille ou le coke d'usine à gaz.

(2) Le bois très humide à 25 0/0 d'eau hygrométrique réclame, pour être distillé complètement, 200 *kg* de houille par tonne de bois.

Le bois dit sec à 10 0/0 d'eau hygrométrique réclame, pour être distillé complètement, 150 *kg* de houille par tonne de bois.

Le bois étuvé à 200° à 0 0/0 d'eau hygrométrique réclame, pour être distillé complètement, 100 *kg* de houille par tonne de bois.

(3) La différence de rendement, ici 55 *kg* par tonne, doit être considérée comme dépense de combustible pour la distillation ou carbonisation se faisant aux dépens du bois en meule lui-même.

ture, dégage son eau hygrométrique et de constitution, sans qu'elle puisse réagir sur le carbone *(le charbon)*, car la vapeur d'eau ne peut donner lieu à ces deux réactions.

$C + 2HO = CO^2 + 2H$, qui réclame 11 calories par équivalent et $C + HO = CO + H$, qui en réclame 15.

La première réaction, qui donne 2H, se produit entre 500° et 600°, tandis que la seconde ne se fait franchement qu'à 800° et au-dessus.

Il est facile de comprendre qu'en vase clos, à allure rapide, la vapeur d'eau mise en liberté par la carbonisation, traversant un filtre de carbone poreux *(le charbon de bois)*, donne du gaz à l'eau, par combustion intermoléculaire, en rendant encore ce charbon plus poreux et plus léger; en effet un équivalent de vapeur d'eau $HO = 9$ se combine par voie de décomposition ou dissociation, avec un équivalent C de carbone $= 6$; d'où il suit que 9 d'eau décomposée consomment 6 de carbone ; si sur 336 *kg* d'eau chassée du bois par distillation, 90 *kg* sont décomposés pour faire du gaz à l'eau, c'est 60 *kg* de carbone qui sont consommés et qui peuvent réduire le rendement à 235 *kg* (1) — 60 = 175 *kg*; si c'est 180 *kg* d'eau qui sont décomposés, c'est 120 *kg* de carbone qui sont consommés; enfin si les 336 *kg* d'eau étaient décomposés pour former le gaz à l'eau, c'est $\frac{9 \times 336\ kg}{9} = 224\ kg$ de carbone qui seraient consommés, à 800°, donc la totalité du carbone disparaîtrait, et il ne resterait plus dans la cornue que de la cendre. C'est ce que, pensons-nous, M. Riché obtiendrait, s'il pouvait chauffer l'intérieur de ses cornues verticales entre 8 et 900°; ce qui exigerait, comme pour la distillation de la houille, la température extérieure de 1 400° à 1 500°, auquel cas ses cornues en fonte de fer, seraient fondues en quelques minutes.

§ 6. — Gaz dit à l'eau.

L'idée de faire du gaz à l'eau n'est pas nouvelle; on peut voir à ce sujet au *Bulletin* de la Société, le savant mémoire de notre collègue, M. A. Lavezzari, de juillet 1892, qui parle de divers procédés remontant à 1858 et au delà. Il y a quelque dix ans, on a dans certaines usines à gaz d'éclairage, pensé à faire du gaz riche de chauffage ou du gaz qui serait utilisé pour l'éclai-

(1) 235 *kg* de charbon étant le rendement pratique d'une tonne de bois moyen distillé en vase clos.

rage par incandescence et pour ce, dans les cornues ordinaires du gaz d'éclairage, on plaçait sur leur fond, un tube en fer de 40 *mm* de diamètre *(qui serpentait sur le fond desdites cornues)*. Ce tube était percé de petits trous de 2 *mm* de diamètre ; à sa sortie des cornues, il était bien étanche, donc sans trou, et serpentait dans le massif du four; là la vapeur sous la pression de 760 + 3 *mm*, se surchauffait à 150° environ. On chargeait les cornues comme d'habitude, et quand la distillation de la houille était achevée, on ouvrait un robinet de vapeur, qui faisait arriver celle-ci surchauffée dans le coke formé par la distillation de la houille. On ne défournait pas, on ne refroidissait pas les cornues par l'ouverture de leur tampon, et la vapeur comme sa surchauffe étaient produites par les flammes perdues du four. Cette fabrication n'eut pas de suite industrielle, parce qu'il a été reconnu qu'il valait mieux faire franchement du gaz à l'eau par le procédé de Teissié du Motay, si on avait bien réellement besoin de ce gaz, ou faire du gaz mixte de gazogène : on peut à ce sujet consulter très utilement le mémoire de M. Lavezzari.

D'un autre côté, l'industrie de la production du gaz à l'eau n'a fait aucun progrès sérieux depuis 1879-1880, époque à laquelle Teissié du Motay la fit connaître à New-York ; car seuls cinq ou six établissements en Amérique, en Angleterre et en Allemagne en font usage pour le soudage des tôles, pour la chaudronnerie sans couture à rivets; mais pour l'éclairage, on fait encore un gaz mixte à l'eau et de résidus de pétrole, très éclairant, que le bec Auer et l'électricité chassent de jour en jour de ses derniers retranchements; l'éclairage au gaz mixte (1) a eu un grand retentissement, il y a huit à dix ans, en Amérique et ensuite en Angleterre ; disons en passant, qu'il a été créé de toutes pièces par notre illustre compatriote Teissié du Motay.

§ 7. — Gaz de M. Riché.

L'invention de M. Riché consiste : 1° à faire perdre au combustible son eau hygrométrique et de constitution ; 2° à la distiller, et 3° à faire passer les vapeurs d'eau et de goudron à travers le coke ou charbon produit, dans des cornues verticales. Cette invention est-elle heureuse, bonne, médiocre ou fâcheuse? c'est ce que nous allons examiner.

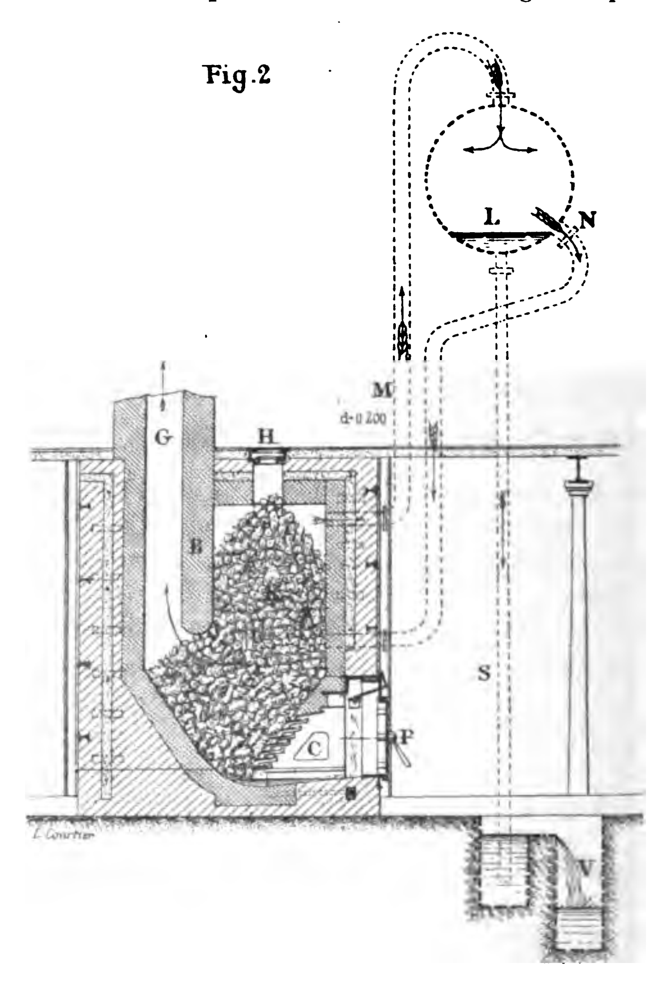
(1) **Le pouvoir éclairant de ce gaz est 1,35, celui du gaz de Paris étant 1,00.**

A ce sujet, je ferai remarquer qu'en 1878 j'ai démontré *(consultez mon ouvrage sur les combustibles, etc.)* que dans un gazogène on peut brûler la moitié du carbone fixe par l'oxygène de la vapeur d'eau; ce que j'ai encore reproduit dans mon mémoire d'octobre 1892 *(Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils de France)*, au § 5, je fais voir que l'oxydation d'un équivalent de carbone par l'oxygène de l'air atmosphérique, $C + O = CO$, donne 14 calories positives; et que son oxydation par l'oxygène de la vapeur d'eau en absorbe 15; donc négative $C + HO = CO + H$, le gaz à l'eau; donc il faut fournir $(+ 14 - 15 = - 1$ *calorie)*, une calorie sur 14, au gazogène, pour combattre son refroidissement, soit 7 0/0 de calorique donné à ce gazogène, par la production du gaz de fourneau CO; mais comme celui-ci produit toujours 2 à 4 0/0 de CO^2, soit en moyenne 3 0/0 en bonne marche, donnant 47 calories par équivalent; l'excès de calories est donc de (47 calories — 15 calories) $\times$ 3 = 128 calories; soit une quantité capable de fournir le calorique à la décomposition par le carbone de $\frac{128 \text{ calories}}{15} = 8$, équivalents de vapeur d'eau; donc, de ce fait, il y a un grand excès de calorique, pour assurer que la moitié du carbone fixe d'un combustible chargé dans un gazogène *(bien fait, comme on en construit depuis vingt ans)*, passera à l'état de gaz de fourneau Ebelmen et l'autre moitié à l'état de gaz à l'eau; ce que les nombreux essais et analyses de MM. L'Hote et Witz ont démontré depuis 1884, un grand nombre de fois; contrôlé de plus, par M. A. Witz, avec sa bombe calorimétrique.

§ 8. — Gazogènes à barrage.

Les gazogènes de la Compagnie Française des Métaux, à Saint-Denis (Seine), type de 1883, marchent au coke des usines à gaz; comme le croquis ci-contre le fait voir *(fig. 2)*, ils ont leur cendrier fermé par une porte P, qui s'oppose à la perte du calorique rayonnant; le radier du cendrier C est continuellement arrosé par une pluie d'eau réglée automatiquement, pour fournir 260 *g* d'eau par kilogramme de coke chargé au gueulard H; ce coke est à 10 0/0 de cendre et à 10 0/0 d'eau en moyenne. Comme il faut 360 *g* d'eau par kilogramme de coke, les 100 *g* qui manquent sont donnés par le coke lui-même, qui les possède en moyenne, et en général, le barrage B s'oppose à ce que la vapeur d'eau for-

mée dans le haut du gazogène en K, puisse passer dans la sortie du gaz en G, et comme la flèche K le fait voir, la vapeur circule, pour commencer, de bas en haut et après de haut en bas, pour venir se mêler au courant d'air et de vapeur venant de C, pour traverser à haute température le coke au rouge vif passant au



blanc, sur la grille ; dans ces conditions, on a du gaz entre 1 140 et 1 200 calories le mètre cube ramené à 0° et à 760, au lieu de gaz à 850 calories que donnent les anciens gazogènes à cendrier ouvert sans porte et sans barrage.

Quand les combustibles sont trop chargés d'eau et en renferment de 30 à 40 0/0 de leur poids, comme certains lignites, qui à l'analyse donnent :

1°	Carbone fixe	0,25	coke 0,35
2°	Cendre	0,10	
3°	Gaz permanents	0,20	
4°	Goudron.	0,05	
5°	Eau hygrométrique et de constitution.	0,40	
	Total.	1,00	

il faut les débarrasser de leur excès d'eau, car on ne peut sécher ces lignites, qui tombent en folle poussière exposées à l'air et qu'il faut utiliser à leur sortie de la mine. Pour ce, on a recours au condenseur en tôle L, 5 *mm* (1), dessiné en pointillé, sur le croquis ci-contre *(fig. 2)*; un tuyau M conduit au condenseur les gaz et vapeur où cellé-ci se condense en partie; les gaz retournent par le tuyau N au gazogène, et l'eau de condensation s'écoule par un tuyau siphon S dans une cuvette faisant joint hydraulique, d'où finalement elle s'échappe dans un caniveau V. Au moment des grandes chaleurs, on arrose le condenseur L plus ou moins, pour avoir la quantité de condensation requise et voulue pour obtenir de bon gaz.

En même temps, les goudrons font le chemin indiqué par la flèche K et sont décomposés, ainsi qu'il en est de tous les hydrocarbures soumis à des températures de 600 à 1 000 et 1 200°, qui donnent toujours des dépôts de carbone sous forme de suie goudronneuse qui, à haute température, avec un temps plus ou moins long, distille et forme un coke graphiteux d'une très grande dureté; ces dépôts se constatent dans tous les foyers alimentés au goudron, résidus de pétrole, huiles lourdes et avec tous les hydrocarbures, comme les gaz $C^2 H^4$, $C^4 H^4$ et autres groupements moléculaires $C^m H^n$ quelconques. Cette dissociation se constate facilement au laboratoire en faisant passer dans un tube en verre ou en porcelaine, chauffé au rouge marron *(ou naissant)* du gaz $C^4 H^4$; il se fait un précipité de carbone et le gaz devient $C^2 H^4$. Si, dans un tube en porcelaine on élève la température à 1 000° et au-dessus, tout le carbone se précipite sous forme de noir graphiteux, et il ne s'échappe plus du tube que H.

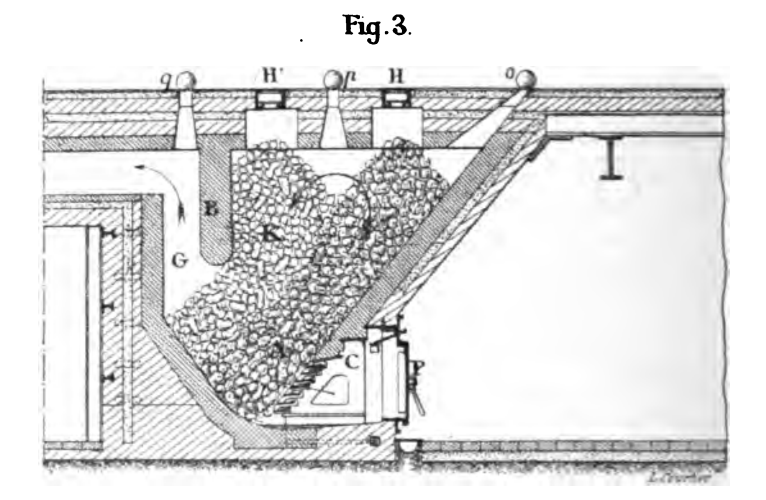
Certains gazogènes employant des houilles très grasses *(goudronneuses)* donnent dans leurs conduites et canalisations des dépôts considérables de suies, qui forcent à des arrêts fréquents *(toutes les semaines)* et à un travail de nettoyage des plus péni-

(1) Ce condenseur est un cylindre en tôle de 1,600 *m* de diamètre et 2,250 *m* de long.

bles; mais certaines dispositions permettent, avec les mêmes houilles, de marcher un an, dix-huit mois et même deux ans, sans interruption. A l'arrêt, le nettoyage ne se fait, à bien dire, que pour la forme ; telle est la grande batterie de 32 gazogènes de MM. de Wendel, à Hayange (Lorraine).

Comme disposition heureuse pour un cas particulier, je puis citer les quatre gazogènes des fours à réchauffer, pour les laminoirs, à tubes, des aciéries et forges de la Société d'Escaut et Meuse à Anzin. Ces gazogènes, qui marchent depuis 1887, à la grande satisfaction des administrateurs et directeurs, sont à quatre gueu-

Fig. 3.



lards H et H' : par les deux premiers H (*fig. 3*, ci-dessus), on charge de la houille et par les deux autres H', on charge du petit coke ordinaire d'usine à gaz ou autre : la dépense est de 75 à 80 0/0 de houille très gazeuse pour 25 à 20 de coke. La marche est la même que pour le gazogène (*fig. 2*), car ils sont à cendrier fermé C, arrosé par une pluie d'eau convenablement réglée automatiquement. La houille est chargée en A toujours avant le coke K qui se met toujours après et en couverture ; les gaz, vapeurs de goudron et de suie sont donc forcés de traverser le filtre en coke K, pour s'échapper du gazogène ; par cette filtration à la température de 700° à 800° en moyenne, ils perdent leur excès de carbone et sortent parfaitement bien épurés physiquement : ainsi si on ouvre les trous de piquage *o* et *p*, les gaz qui s'en échappent sont noirs et très foncés, comme la fumée noire la plus épaisse qu'on puisse voir ; mais les gaz qui sortent par les trous de vi-

site *q* sont limpides et complètement incolores. Aussi malgré une marche à outrance *(car ces gazogènes, au lieu de gazéifier chacun* **2 000** kg *par vingt-quatre heures, en gazéifient* **3 500** kg, *soit en moyenne* **2 700** kg *de houille et* **800** kg *de petit coke)*, le gaz envoyé au four par ces gazogènes ne réclame pour la forme qu'un nettoyage tous les deux ans qui est plus que suffisant. Ce que l'on trouve dans les canalisations est de la poussière de cendre, de coke, noircie par des traces de noir de fumée, mais en quantité insignifiante rapportée au temps, si le coke ne renferme pas de de poussier *(de coke)* en folle poussière, chassée par le courant gazeux.

Les gazogènes à grand barrage *(fig. 2)* sont très répandus en Russie pour l'emploi du bois dans les établissements métallurgiques et dans certaines verreries au gaz de bois : en 1880 les cristalleries de Baccarat en avaient un qui donnait son gaz à un four spécial à réchauffer. M. Nicolas de Richemont, notre Collègue, les a portés à un très grand degré de perfectionnement, dans des forges russes sur le versant oriental de l'Oural ; mais avec le bois sec d'un an de coupe, dont il disposait, le condenseur L n'étant pas nécessaire, n'existait pas dans les établissements confiés à sa direction. Donc les gazomètres de M. de Richemont de 1875 à 1880 ressemblaient beaucoup à ceux à coke de la Compagnie Française des Métaux, construits en 1883-84, et comme eux ils décomposaient beaucoup de vapeur d'eau, plus le goudron de bois et les acides de la distillation qui détruisent si rapidement les conduites en tôle des gazogènes et des siphons Siemens.

Il ne faut pas confondre les générateurs de gaz, à cornues distillatoires et les appareils à gaz à l'eau de Teissié du Motay et dérivés, avec les gazogènes : car les premiers transmettent à travers les parois de leurs cornues du calorique qui carbonise le combustible, en donnant du coke ou du charbon, dans la proportion de 88 0/0 pour l'anthracite et de 22 0/0 pour les bois ordinaires ; tandis que les gazogènes, sans donner les mêmes sous-produits, ne laissent rien que des cendres généralement sans valeur, sauf la cendre de bois, riche en sels de potasse.

§ 9. — Comparaison entre les quatre principaux gaz de distillation.

Si on compare la valeur des gaz de distillation, on trouve que les plus riches de houille arrivent à peine à 6 000 calories le mètre

Tableau 2,

Comparatif de la valeur des gaz de distillation des principaux combustibles employés en général par l'industrie.

DÉSIGNATION	GAZ DE HOUILLE d'éclairage	GAZ DE LIGNITE étuvé à 150°	GAZ DE TOURBE étuvée à 110°	GAZ DE BOIS étuvé à 120°
Hydrogène H.	20,00	31,00	40,00	31,10
Hydrogène C^2H^4	58,00	19,00	7,00	12,50
Hydrogène C^4H^4	9,50	4,00	2,50	
Vapeur d'hydrocarbures.	1,25	1,00	1,50	1,50
Oxyde de carbone. . . .	6,25	26,00	30,00	22,70
Acide carbonique. . . .	1,50	15,00	14,00	25,70
Azote et divers	3,50	4,00	5,00	1,90
	100,00	100,00	100,00	95,40
Volume de gaz donné à 0° et à 760 par 1 *kg* de combustible	0,300 m^3	0,320 m^3	0,360 m^3	0,334 m^3
Poids du mètre cube de gaz à 0° et à 760 . . .	0,600 *kg*	0,908 *kg*	0,850 *kg*	1,048 *kg*
Puissance calorifique du mètre cube de gaz à 0° et à 760.	5 760 calories	3 924 calories	3 166 calories	3 283 calories
Coke ou charbon donné par 1 *kg* de combustible.	Carbone 0,650 *kg* Cendre 0,100 *kg* 0,750 *kg*	Carbone 0,390 *kg* Cendre 0,110 *kg* 0,500 *kg*	Carbone 0,300 *kg* Cendre 0,105 *kg* 0,405 *kg*	Carbone 0,223 *kg* Cendre 0,016 *kg* 0,239 *kg*
Dépense de coke ou houille pour carboniser 1 *kg* de combustible. . . .	0,140 à 0,225 *kg*	0,150 à 0,200 *kg*	0,140 à 0,180 *kg*	0 130 à 0,160 *kg*
Quantité de calorique possédé par les gaz donnés par 1 *kg* de combustible.	0,300 m^3 × 5 700 calories = 1 710 calories	0,320 m^3 × 3 924 calories = 1 255 calories	0,360 m^3 × 3 166 calories = 1 040 calories	0,334 m^3 × 3 283 calories = 1 096 calories
Puissance calorifique du kilogramme de combustible distillé	7 000 calories	5 125 calories	3 900 calories	3 500 calories
Fraction du calorique total de 1 *kg* de combustible emporté et possédé par son gaz.	1 710 cal. × 100 7 000 = 24 1/2 0/0	1 255 cal. × 100 5 125 = 24 1/2 0/0	1 040 cal. × 100 3 900 = 26 1/2 0/0	1 096 cal. × 100 3 500 = 31 0/0
Pouvoir éclairant. . . .	1,000	0,450	0,300	0,150

cube pris à 0° et à 760, tandis que ceux des bons gazogènes ne possèdent que 1 500 calories ; mais au lieu de 0,300 m^3 de gaz, ils en produisent 4,250 m^3 en bonne moyenne pratique par kilogramme de combustible ; dans l'industrie du gaz d'éclairage, on a des sous-produits coke, goudron et eau ammoniacale ; mais dans la production du gaz de chauffage on n'en a aucun, autre que la cendre, pour le bois seulement, les cendres des autres combustibles étant sans valeur commerciale. Pour l'éclairage, il fut un temps où on faisait du gaz riche de schistes, de cannel-coal, ordinaire de houilles dites à gaz, de lignites, de tourbe et de bois ; mais aujourd'hui on ne fait plus qu'un seul gaz d'éclairage en France et sur le continent, le gaz de houille ; son plus grand mérite est celui d'exister depuis longtemps et de posséder de grandes usines parfaitement bien montées; car par l'incandescence tous les gaz sont bons, avec le bec Auer, même celui des gazogènes, dont le pouvoir éclairant est nul.

§ 10. — Gaz Teissié du Motay.

Le gaz à l'eau de Teissié du Motay et tous ses dérivés ont été employés pour l'éclairage, il y a déjà longtemps *(dès 1881 l'usine de MM. Schulz, Knaudt et Cie, à Eissen (Westphalie)* était éclairée *au gaz à l'eau par incandescence sur la magnésie)*. Ce gaz a généralement la composition suivante, quand il est produit avec de l'anthracite ou du coke d'usine à gaz; car avec le coke métallurgique on ne trouve plus que des traces de C^4H^4 et des quantités de C^2H^4 inférieures à 0,6 0/0, la carbonisation étant plus complète.

CO	46,500	91,000	100,000
H	43,250		
C^2H^4	1,150		
C^4H^4	0,100		
Az	4,000	9,000	
CO^2	5,000		

Puissance calorifique du mètre cube à 0° et à 760 mm = 2 616 calories.

Il y a aujourd'hui trois méthodes de production de gaz à l'eau: 1° En chauffant du coke ou du charbon de bois dans une cor-

nue verticale ou horizontale traversée par un courant de vapeur surchauffée, c'est le procédé de Narbonne de 1858 ;

2° En faisant marcher alternativement un gazogène à l'air pour produire le gaz Ebelmen des fourneaux et ensuite à la vapeur d'eau, pour avoir le gaz à l'eau ; on obtient ainsi généralement 1 m^3 de gaz à l'eau pour 4 m^3 et même 5 m^3 de gaz Ebelmen des fourneaux ; c'est le procédé Teissié du Motay de 1871 à 1872. Dans ce cas il n'y a pas de résidu solide autre que les cendres. mais il y a un résidu gazeux qui est le gaz des fourneaux qu'on peut brûler dans les fours métallurgiques ou autres, et plus souvent sous les chaudières à vapeur de l'usine de production ; aujourd'hui on pourrait avec le résidu gazeux donner le mouvement à des moteurs à gaz, comme avec le gaz des hauts fourneaux et bien mieux, puisqu'il est plus riche.

3° En dirigeant la marche des appareils Teissié du Motay, modifiés en vue de ne produire exclusivement que du gaz à l'eau, en se servant d'un gazogène au coke comme d'un accumulateur où tout le gaz des fourneaux est consommé et brûlé, dans ce gazogène, qui n'évacue plus que Az et CO^2, avec moins de 1 à 2 0/0 de gaz combustibles; alors il n'envoie plus au gazomètre que du gaz à l'eau, sans être obligé de chercher un emploi utile au gaz des fourneaux.

Sans entrer dans tous les détails, on peut estimer à 50 et 60 0/0 le rendement pratique et industriel des générateurs du gaz à l'eau. Il ne faut pas être étonné de ce faible rendement, car les chaudières à vapeur, réputées les plus parfaites, ne rendent en effet utile industriel que 75 0/0, et le rendement des chaudières ordinaires, les plus nombreuses et les plus courantes, varie entre 60 et 70 0/0.

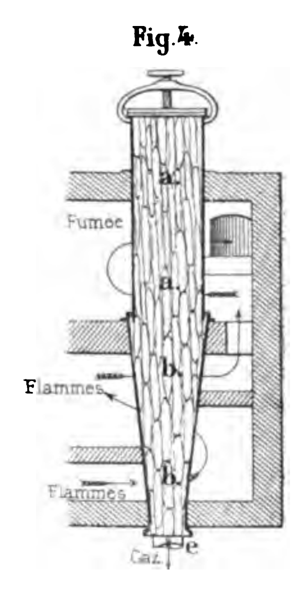
§ 11. — Cornue verticale à courant renversé de M. Riché.

Le nouveau gaz de M. Riché, dont on trouvera plus loin la composition, est en moyenne à 3 000 calories le mètre cube, ramené à 0° et à 760; sa fabrication réclame 550 *kg* de houille pour 1 362 *kg* de bois, soit 40,38 0/0, et il ne donne que 208 *kg* de charbon de bois pour 1 362 *kg* de bois, soit 15,27 0/0. Ce gaz est obtenu dans un four à cornues verticales, qui n'a rien de com-

mun avec ce que l'on est habitué à appeler un gazogène et à voir sous ce nom.

Le four de M. Riché est chauffé comme un four ordinaire à cornues 4, 6, 8, 10, 12, 14 ou 16 suivant son importance; mais au lieu de dépenser 150 *kg* de houille par tonne de bois distillé, il en dépense 403,8 *kg*, au lieu de produire 235 *kg* de charbon de bois, dense et sonore, il n'en donne que 152,7 *kg*; et au lieu de produire 318 m^3 de gaz, il en donne 833 m^3. D'où vient cette augmentation, par tonne de bois, de 833 — 318 = 515 m^3? De ce que les cornues de M. Riché (*fig. 4*) sont à distillation graduelle et renversée; en *a*, le bois se sèche, puis se distille; la vapeur d'eau et celle du goudron sont obligées de traverser le cône *b*, rempli de charbon au rouge sombre qui, entre les températures de 500 et 550°, décompose le goudron avec un précipité de noir de fumée et dissocie la vapeur d'eau comme on l'a vu au § 5 : $C + 2HO = CO^2 + 2H$; de sorte qu'en *e* il sort un gaz épuré comme des gazogènes (*fig. 2 et 3*, § 8).

Fig. 4.



Mais pour obtenir ce résultat, il a fallu brûler 403,8 *kg* de houille, et c'est donc à ces 403,8 *kg* que sont dus les 515 m^3 de gaz renfermant 515 $m^3 \times 0,213 = 110$ m^3 d'acide carbonique CO^2 représentant une partie de carbone de 81 *kg* (1) ou de 87 *kg* de charbon de bois. Plus haut, nous avons vu que les cornues de M. Riché perdent en pratique 235 — 152 = 87 *kg* de charbon par tonne de bois distillé; donc cette perte se trouve dans CO^2, qui a donné lieu à la formation de 516 $m^3 \times 0,442 = 228$ m^3 d'hydrogène par tonne de bois (voyez le tableau 3, § 16).

La preuve évidente de ce que les cornues de M. Riché sont très peu chauffées, c'est la grande quantité d'acide CO^2 trouvée dans son gaz, 21 0/0: vu que, contrairement à ce qu'il pense, avec ses collaborateurs, ce n'est pas la réaction ou la dissociation $C + HO = CO + H$ qui réclame 15 calories par équivalent et la

(1) CO^2 est composé de 6 de carbone et de $8 \times 2 = 16$ d'oxygène,

d'où : $\frac{6 \times 110\ m^3 \times 1,981\ kg}{16} = 81,221\ kg.$

température effective *(dans l'intérieur des cornues, donc communiquée au charbon de bois et à la vapeur)* de 800 à 900°, qui se fait dans lesdites cornues, qui auraient besoin d'être chauffées extérieurement pour cela entre 1 400 et 1 500°, comme les cornues du gaz d'éclairage; car la fonte est fortement altérée à 900° et fondue à 1 100°. La dissociation ou réaction obtenue, par M. Riché est celle-ci : $C + 2HO = CO^2 + 2H$, qui ne réclame que 11 calories par équivalent et seulement la température effective de 500 à 550° qu'on peut donner à l'intérieur des cornues en les chauffant extérieurement au rouge cerise, soit à 850°, qui est l'extrême limite à laquelle on peut chauffer la fonte. Si M. Riché veut faire du bon gaz et ramener sa teneur en acide carbonique à 8° et au-dessous, ses cornues ne peuvent faire une semaine de service.

Ainsi la houille à gaz, comme le bois, distille entre 300 et 400°, mais pour faire du gaz et de la carbonisation industrielle, il faut des cornues non point en fonte, mais en terre réfractaire de premier choix et de première qualité, et il faut chauffer le four, soit les cornues *(extérieurement)* entre 14 et 1 500°; or, la réaction que voudrait obtenir M. Riché est celle-ci :

$$C + HO = CO + H,$$

qui réclame non pas 500°, mais 800° intérieurement et qui exige au moins 1 400° extérieurement; si M. Riché pouvait avoir une telle marche, son gaz ne renfermerait plus 2 à 3 0/0 au plus d'acide carbonique CO^2 et non pas 21 0/0.

D'un autre côté, si l'intérieur des cornues Riché se trouvait à la température de 800°, le méthane CH^4 ou C^2H^4 et l'éthylène C^2H^4 ou C^4H^4 seraient dissociés; seul le premier pourrait encore résister partiellement en très petite quantité; de plus, il ne faut pas oublier, qu'à cette température, 800°, l'acide carbonique donne la réaction suivante avec C^2H^4 ; $C^2H^4 + 2CO^2 = 4CO + 4H$ et avec C^4H^4, il donne celle-ci : $C^4H^4 + 4CO^2 = 8CO + 4H$; car à 800°, CO^2 détruit tous les hydrocarbures en passant à l'état d'oxyde de carbone.

Dans le chapitre IV de leur mémoire, MM. Roman et Manaut parlent des propriétés des bois, chose parfaitement connue depuis cinquante ans et qui ne peut plus être discutée utilement aujourd'hui; mais plus loin, il est question des « phénomènes chimiques de la distillation des bois », donc de la production : 1° du charbon de bois commercial et non de la braise de bou-

langer; 2° de l'acide acétique; 3° de l'alcool méthylique; 4° de l'acétone, et 5° des goudrons; mais la destruction de tous ces produits marchands et commerciaux semble, à première vue, une hérésie industrielle. Ayant collaboré aux études pour l'installation des plus grandes usines pour l'extraction des produits chimiques tirés des bois, je ne puis m'expliquer la destruction de corps valant depuis 0,25 *f* le kilogramme jusqu'à 3 *f* et plus le kilogramme, pour en faire du gaz de chauffage, valant au plus 0,02 *f* le mètre cube ou le kilogramme.

M. Manaut discute souvent les questions de destruction, de dissociation et de réaction qui, toutes, peuvent se résumer ainsi :

$C + 2HO = CO^2 + 2H$, réclame 11 calories par équivalent.
$C + HO = CO + H$ — 15 — —
$C + CO^2 = 2CO$, — 19 — —

Mais pour obtenir ces réactions, il faut chauffer avec un foyer extérieur *(qui consomme de la houille)* les cornues verticales de M. Riché. Or, par ce chauffage, cette houille ne rend que 25 0/0 d'effet utile, comme pour tous les chauffages de cornues, principalement pour celles du gaz d'éclairage, qui ont été les plus étudiées; or, le foyer Riché, disposé pour ne pas donner son coup de feu aux cornues en fonte, est loin d'avoir un rendement ou effet utile de 0,25; admettons-le si on veut et on reconnaîtra que, pour 11 calories négatives, le foyer devra en développer ou consommer $\frac{11}{0,25} = 44$, positives pour 15, $\frac{15}{0,25} = 60$ et pour 19, $\frac{19}{0,25} = 76$.

C'est justement parce que tous les fours à distiller les combustibles *(que l'on ne peut et ne doit confondre avec les vrais gazogènes)*, donnant des gaz trop chers, pour les grands fours de la métallurgie, de la verrerie, etc., comme pour la force motrice, l'industrie ne prend que le gaz des gazogènes, dit pauvre, il est vrai *(sans qu'il en soit encore réduit à la mendicité)*, mais qui, très bon marché dans sa production, donne encore le maximum d'effet utile ; ainsi, prenons un gaz de houille maigre anthraciteuse donnant 4,250 m^3 de gaz ramené à 0° et à 760 par kilogramme ; si cette houille est à 30 *f* à l'usine, le kilogramme vaut donc 0,03 *f* et, si on admet pour la main-d'œuvre, l'intérêt, l'amortissement et l'entretien, 0,01 *f*, les 4,250 m^3 reviendront à 0,04 *f* au plus ; en admettant une perte de 0,250 m^3 pour fuite,

etc., on aura, pour le four ou le moteur 4 m^3 pour 0,04 *f*; ce qui remet le mètre cube utilisé à 0,01 *f*.

La houille maigre employée étant à 7 000 calories et le gaz à 1 500 calories, le mètre cube à 0° et à 760, on a un rendement ou effet utile de $\frac{(4\ m^3 \times 1\,500 \text{ calories}) \times 100}{7\,000 \text{ calories}} = 85{,}7$ 0/0.

Mais, avec les houilles Flénu longues flammes à 33, 35 et 40 0/0 de matières volatiles, principalement avec houilles ligniteuses d'Écosse employées aux gazogènes (1) et aux hauts fourneaux comme avec les lignites, les tourbes et les bois, les gaz s'échappent froids de leurs gazogènes ; les températures de sortie varient avec ces derniers combustibles entre 40 et 120°. Si, comme ils sont très fortement chargés d'eau, on considère la gazéification avec condensation comme remplaçant la dessiccation à l'étuve, on trouve que la transformation du combustible solide au gaz combustible ne coûte absolument rien. En effet, si les gaz sortent froids de leurs gazogènes et si ceux-ci sont cylindriques en tôle à rivures étanches avec garnissage en briques réfractaires et chemise isolante calorifuge en chaux comprimée, tout est froid extérieurement et pratiquement il n'y a pas de perte industrielle de chaleur. Or, les bois dont il est ici question sont, de tous les combustibles, ceux qui se comportent le mieux aux gazogènes, en donnant très régulièrement de très bon gaz à 1 480 calories le mètre cube pris à 0° et à 760. Aussi, en Russie et en Suède estime-t-on que 2 *kg* de bois au gazogène y remplacent 1 *kg* de houille d'Écosse de premier choix pour gazogènes.

§ 12. — Gazogènes suédois à sciure de bois.

De plus, depuis plus de trente ans, il y a en Suède de nombreux types de gazogènes qui n'ont rien de particulier : dans les forges, verreries, etc., voisines des grandes scieries mécaniques : on emploie la sciure de bois et tous les débris de l'exploitation commerciale des bois, flottés, en produisant du bon gaz à 1 250 calories le mètre cube et certes, ce n'est pas avec ces résidus que l'on pourrait faire, comme le disent MM. Riché et Manaut, d'excellent charbon de bois.

Ces résidus ne valent pas 40 0/0 de leur poids de houille ou 80 0/0 de leur poids de bon bois de chauffage, pour remplacer

(1) En Angleterre et en Écosse, certains gazogènes gazéifient 25 *t* par jour.

la houille au chauffage des cornues. Quand on ne fait pas de gaz avec ces résidus, on les brûle dans les foyers des chaudières à vapeur, comme à Paris, avec les foyers Bréval et Bérendorff, fig. 27 et 28, § 129, pages 149 et 150 : *Études sur les combustibles et le chauffage par les gaz*, 1878. Bernard Tignol, éditeur, 53 bis, quai des Grands-Augustins, à Paris.

§ 13. — Les cornues ne sont pas de bonnes chaudières à vapeur.

M. Riché transforme ses cornues en générateurs de vapeur, en surchauffeurs de vapeur et en producteurs de gaz à l'eau. On ne peut faire autrement que de se demander si jamais une cornue sera une bonne chaudière et un bon surchauffeur de vapeur ; quand on sait qu'avec les appareils les plus parfaits pour produire et surchauffer la vapeur à 300° et non pas à 500°, on arrive rarement à une utilisation thermique de 70 0/0. Si, par un tel moyen de chauffage, M. Riché arrive à une utilisation de 50 0/0, il doit se trouver très heureux.

§ 14. — Attaque des cornues métalliques par les vapeurs de distillation.

Tout le monde sait parfaitement bien que la vapeur d'eau chargée d'acide carbonique attaque très énergiquement la fonte à partir de 300° ; si, au mélange d'acide carbonique, de vapeur et d'eau, on ajoute l'acide pyroligneux altéré ou non, à partir de 400°, on est en droit de se demander combien de temps durent les cornues de M. Riché, chauffées extérieurement au rouge cerise, c'est-à-dire entre 800° et 900°, température voisine de celle de la fusion de la fonte traitée.

Enfin, il ne faut pas oublier que, depuis plus de 35 à 40 années, toutes les usines à gaz ont complètement abandonné les cornues en fonte pour ne plus employer que des cornues en terre réfractaire de premier choix, et cependant les gaz de la houille ne sont pas acides ni chargés de vapeurs d'eau comme ceux du bois.

§ 15. — Charbon de bois commercial.

Dans la production du charbon de bois commercial *(qu'il ne faut pas confondre avec la braise)* pour les usages domestiques comme pour la métallurgie, on réclame un produit dur, dense et sonore ; pour l'obtenir, il faut dessécher le bois en nature, dit sec, à la température de 150° à 180° pour lui faire perdre ses 20 0/0 d'eau hygrométrique ; puis, par une distillation lente et progressive, éviter la décomposition, autant que possible, de l'eau de constitution, qui donne le gaz à l'eau $CO + H$ à haute température, 750 à 800° et $CO^2 + 2H$ (1) à basse température, 500 à 550°, vu que pour un ou deux équivalents de vapeur d'eau décomposée, il y a, en pure perte, consommation d'un équivalent de carbone. C'est ce qui fait que, si un bois brut de six à huit mois de coupe renferme 35 à 40 0/0 d'eau de constitution et hygrométrique, en admettant que 21 0/0 environ sont décomposés, la perte en carbone correspondant sera de 14 0/0, soit donc de plus de la moitié du carbone fixe contenu dans le bois, qui n'en renferme que 23 0/0 au maximum (2). C'est ce qui explique le faible rendement en charbon, des bois distillés rapidement, ainsi que sa très grande porosité, due à une combustion intermoléculaire, qui est la production des gaz à l'eau : aussi le charbon de bois obtenu dans de telles conditions est-il léger et poreux ? ce qui en fait une véritable ***braise de boulanger***, sans valeur commerciale réelle. D'un autre côté, il faut bien noter que le charbon de bois commercial n'est obtenu qu'avec du bois neuf, c'est-à-dire n'ayant subi aucune altération et ayant conservé sa densité et sa dureté : avec les bois vermoulus, partiellement pourris, dont la densité est réduite à moitié ou au tiers, il est impossible, par la carbonisation ou la distillation, de faire autre chose qu'une braise ultra-légère, brûlant comme de l'amadou et donc sans valeur aucune. Avec les frisures et les sciures, la distillation ne peut donner que la poudre impalpable de charbon de bois, qui ne peut être utilisée que transformée en petites briquettes, qualifiées du nom de ***charbon économique***, mais qui n'a d'économique que le nom ; car tous les ateliers de car-

(1) La réaction $C + HO = CO + H$, absorbe 15 calories par équivalent de carbone et la réaction $C + 2HO = CO^2 + 2H$, absorbe 11 calories par équivalent de carbone, preuve évidente d'insuffisance de calorique et de température.

(2) La carbonisation en forêt ne donne que 18 0/0.

bonisation et tous les marchands de charbon de bois font dix fois plus de poussier qu'on n'en peut utilement et avec profit transformer en charbon économique, qui tous les jours, disparaît de plus en plus. D'où il suit qu'il est impossible d'admettre avec MM. Riché et Manaut, qu'avec des bois résidus ou réformés pour cause d'usure et plus ou moins altérés, on fera du charbon de bois commercial et, suivant leur expression, d'excellent charbon, ce qui, à notre avis, est matériellement impossible.

§ 16. — Comparaison de trois différents gaz des bois, y compris celui de M. Riché.

Donc, les cornues de M. Riché, si elles peuvent donner un gaz riche, intermédiaire entre le gaz de distillation courante et le gaz des gazogènes, elles ne peuvent produire le bon charbon pour usages domestiques. Mais la braise donnée par les cornues Riché peut être, avec addition de houille demi-grasse, employée au chauffage desdites cornues; ce qui est bien son emploi le plus naturel, puisqu'il faudrait acheter de la houille, pour la remplacer pour ce chauffage, ainsi qu'on va le voir plus loin.

La comparaison des analyses des gaz de distillation et Riché, fait voir que les cornues de M. Riché sont très peu chauffées, malgré une dépense de 40,38 0/0 (1) de houille ou de son équivalent en bois de chauffage, soit de 80,7 0/0; donc plus que le bois ne peut en donner distillé, en vase clos, soit 23 1/2 0/0 au maximum; car on constate pour le gaz de distillation 0,311 d'hydrogène et pour le gaz Riché 0,442 (2), l'augmentation a donc été de 0,132; d'un autre côté, on remarque que le gaz de distillation a 0,257 d'acide carbonique et le gaz Riché a 0,213, la diminution a donc été de 0,044, ce qui est fort peu; enfin on voit que la somme des gaz combustibles est de 0,678 pour le gaz de distillation, de 0,841 pour le gaz Riché, ce qui est une augmentation de 0,163 pour un excédent de 0,40 — 0,15 = 0,25 de combustible dépensé, ce qui est bien peu et accuse un très médiocre

(1) La distillation en vase clos, suivant que le bois est plus ou moins sec, ne réclame que 12 à 16 et 20 0/0 de houille du poids de bois carbonisé; suivant la perfection des appareils distillatoires, la consommation tombe à 10 0/0 dans les conditions les plus favorables, quand le bois a été étuvé à 140° pendant une journée.

(2) Plusieurs inventeurs ont appliqué depuis longtemps le même principe à la distillation de houille en faisant traverser les charges des cornues par un courant de vapeur surchauffée; mais les résultats qu'ils ont obtenus ont toujours été antiéconomiques et peu pratiques.

Tableau 3.

Comparaison des trois gaz combustibles principaux que peuvent donner les bois, mesurés à 0° et à 760 en volumes.

DÉSIGNATION DES GAZ composants	GAZ DE LA DISTILLATION des bois non résineux (1)			GAZ DES CORNUES de M. Riché (2)			GAZ DES GAZOGÈNES ordinaires		
	m^3			m^3			m^3		
Hydrogène libre . . .	0,311	0,678	0,954	0,442	0,786	0,999	0,107	0,459	1,000
Mélange de C^2H^4 et C^4H^4, etc.	0,125			0,124			0,025		
Oxyde de carbone . . .	0,227			0,220			0,324		
Vapeur de goudron . .	0,015			Traces			0,003		
Acide carbonique . . .	0,257	0,276		0,213	0,213		0,073	0,541	
Azote	0,015			Traces			0,463		
Oxygène libre	0,004			Traces			0,005		
Volume de gaz à 0° et 760 donné par 1 *kg* de bois.	0,334 m^3			0,833 m^3			1,615 m^3		
Puissance calorifique du mètre cube à 0° et à 760 (3).	3 283 calories			3 000 calories			1 480 calories		
Pouvoir calorifique du gaz de 1 *kg* de bois .	1 095 calories			2 500 calories En réalité 1 666 calories			2 390 calories		
Rendement calorifique du gaz.	41 1/2 0/0			63 0/0			90 0/0		
Rendement en charbon de bois	23 1/2 0/0			15 0/0			0,000 0/0		

N. B. — Mais il faut noter que pour produire 0,833 m^3 de gaz Riché avec 1 *kg* de bois, il faut consommer 0,400 *kg* de bonne houille longue flamme, moins 0,150 *kg* de charbon de bois *(braise)*, soit 0,400 *kg* — 0,150 *kg* = 0,250 *kg*, et comme la puissance calorifique de 1 *kg* de bois est moitié de celle de 1 *kg* de houille d'après MM. Scheurer-Kestner et Malher, on voit que la valeur de 2, de bois et de 1 *(a)* de houille ont donné le gaz Riché; de sorte que le calorique total donné par 1 *kg* de bois en gaz Riché n'est plus que de :

$$2\,500 \text{ calories} \times \frac{2}{3} = 1\,666 \text{ calories.}$$

(a) $\frac{1,000\ kg}{2} : 0,250\ kg :: 2 : 1.$

(1) Les puissances calorifiques du bois sont au kilogramme de bois étuvé à 220°. . . 4 000 calories
— — — — très sec. . . . . 3 500 —
— — — — ordinaire dit vert 2 640 —
Les produits de la combustion n'étant pas condensés.

(2) Cette analyse est due à M. Chavanon, chimiste à Saint-Gobain, et reproduite dans leurs ouvrages, mémoires, rapports, etc., par MM. Vigreux, Bardolle, Roman, Manaut et Riché, 1897 à 1898.

(3) Les produits de la combustion n'étant pas condensés.

rendement. Mais ce qui semble bizarre, c'est de voir que le mélange de C^2H^4, C^4H^4, etc., qui est de 0,125 dans le gaz de distillation pour un volume de 0,334 m^3 est encore de 0,124 dans le gaz Riché pour un volume de 0,833 m^3; donc la différence est inférieure à 1 0/0, qu'on pourrait attribuer à une erreur d'analyse. Si on a le même volume d'hydrocarbures gazeux chargés de plus ou moins de vapeur d'hydrocarbures *(huiles essentielles)* 0/0 dans 0,334 m^3 que dans 0,833 m^3; le volume d'hydrocarbures gazeux ramené au gaz de distillation, qui les a produits, serait donc de : $\frac{0,124 \times 0,833\ m^3}{0,334\ m^3} = 0,309$, soit 2 fois et demie environ plus grand que le bois ne peut en donner à la distillation.

Si on résume la communication de M. Manaut, on est conduit à faire les observations critiques suivantes, car à notre humble avis, les déductions et conclusions qu'on en tire sont erronées.

1° En effet, il y est question d'un gazogène Riché qui, en réalité, n'est pas un gazogène, mais bien un four à cornues verticales, chauffées comme les cornues à gaz d'éclairage par un foyer extérieur.

2° Il y est attribué aux gaz de distillation Riché une puissance calorique à 0° et à 760 au mètre cube de 3 000 calories, ce qui est vrai. Si les cornues étaient très fortement chauffées, ce gaz pourrait arriver à 3 300 calories.

3° Il y est dit que 12 *kg* de bois donnent 10 m^3 de gaz, soit par kilogramme, à 0° et à 760,

$$\frac{10\ m^3}{12} = 0,833\ m^3.$$

Mais pour avoir ce gaz, il faut chauffer les cornues à la houille et, dans les essais faits à la Société Française de la Scierie de Calais on a constaté qu'un moteur Charon :

a) De la puissance au frein de Prony de 55,25 *ch*,

b) A dépensé en 20 heures en bois distillé 1 362 *kg*,

c) Et en houille de Bruay, pour le chauffage des cornues, a distiller le bois 550 *kg*.

d) Dont il faut déduire du charbon de bois, sans autre valeur commerciale, que celle de la houille de chauffage, soit 208,50 *kg*, car il faut remarquer que les cornues Riché ne donnent pas du charbon de bois commercial, mais seulement de la braise de boulanger. Dans ces conditions, même les plus favorables pour

établir un prix de revient, on peut admettre que le moteur Charon de 55,25 *ch* a dépensé en 20 heures :

1° En bois 1 362 *kg*,

Et 2° En houille 550 *kg* — 208 *kg* = soit 342 *kg*, en ne laissant aucun sous-produit.

Maintenant si on examine ce qui se passe dans la conversion du bois en gaz, on trouve, d'après MM. Vigreux et Bardolle, qu'en 20 heures on a produit :

1 362 *kg* × 0,833 m^3 = 1 133,5 m^3 de gaz d'une puissance calorifique totale de :

1 133,5 m^3 × 3 000 calories = 3 400 500 calories.

Ceci étant bien constaté, voyons ce que dans un bon gazogène et non pas des cornues, on aurait pu obtenir avec 1 362 *kg* de bois et 342 *kg* de houille :

1° Gaz donné par 1 *kg* de bois à 0° à 760 = 1,615 m^3;

2° Puissance calorifique de ce gaz de bois au mètre cube à 0° et à 760 = 1 480 calories;

3° Puissance calorifique donnée par la combustion du gaz des 1 362 *kg* de bois :

1 362 × 1,615 m^3 × 1 480 calories = 3 254 760 calories.

a) Gaz donné par 1 *kg* de houille Flénu (1) à 0° et à 760 moyenne minima 4,250 m^3.

b) Puissance calorifique au mètre cube de ce gaz à 0° 1 450 calories.

c) Puissance calorifique donnée par 342 *kg* de houille transformée en gaz de gazogène également à 0° et à 760 :

342 *kg* × 4,250 m^3 × 1 450 calories = 2 107 575 calories.

Donc, si dans un bon gazogène, à bois type suédois ou russe, on avait chargé un mélange de 1 362 de bois avec 342 *kg* de houille faisant un total de :

1 362 *kg* + 342 *kg* = 1 704 *kg*

de combustibles mélangés, on aurait eu :

1° Volume du gaz de bois de	1 362 *kg* × 1,615 m^3 =	2 199,5 m^3
— de houille	342 *kg* × 4,250 m^3 =	1 453,5
TOTAL.		3 653,0 m^3

(1) Flénu, soit longues flammes à 35 0/0 de matières volatiles environ, il faut remarquer que les houilles maigres et anthraciteuses donnent les mêmes résultats, quoique la composition de leurs gaz ne soit pas la même.

2° Une puissance calorifique totale de :

3 254 760 calories + 2 107 575 calories = 5 362 335 calories.

La perte due à la production du gaz Riché est donc de :

5 362 335 calories — 3 400 500 calories = 1 961 835 calories ou de 36,5 0/0.

Avec du gaz en moyenne à 1 468 calories le mètre cube à 0° et à 760 (1) tous les bons moteurs à gaz ne dépensent par heure et par cheval que 2,536 m^3 de gaz ; c'est l'équivalent de 0,576 *kg* (2) d'anthracite de premier choix ; dans ces conditions, un moteur à gaz avec gazogène suédois ou russe perfectionné donnerait en 20 heures la puissance de :

$$\frac{3\,653\,m^3}{2{,}536\,m^3 \times 20 \text{ heures}} = 72\,ch\ (2).$$

Dans ce dernier cas, la perte de puissance motrice due aux appareils Riché serait donc de :

$$\frac{(72\,ch - 55{,}25\,ch) \times 100}{72\,ch} = 23\ 0/0$$

en chevaux effectifs, dans les deux cas, bien entendu.

La différence de 36,5 — 23 = 13,5 0/0 est due à la plus grande puissance calorifique du gaz Riché au mètre cube, (voyez *fig. 1*, § 2).

Quant à l'entretien dû à l'usure, qui se réduit à peine à 50 *f* par an pour gazogène ordinaire, il serait beaucoup plus coûteux, pour les cornues en fonte Riché, car celles-ci seront toujours vivement attaquées par l'oxydation extérieure *(brûlées par les flammes, suivant l'expression des praticiens)*, et attaquées fortement dans leurs parties inférieures intérieurement, par les vapeurs et les acides de distillation du bois ; vu que pour avoir du bon gaz, il faudra chauffer fortement. Si les cornues verticales sont à changer 4 fois l'an comme les anciennes cornues en fonte des fours à gaz d'éclairage, ces cornues étant du poids de 130 *kg*, l'une pour 20 *mm* d'épaisseur de parois, si le four en a six (3)

(1) $\frac{5\,362\,335 \text{ calories}}{3\,653\,m^3}$ = 1 468 calories le mètre cube moyen.

(2) Mais certains expérimentateurs estiment la dépense du cheval-heure du moteur Charon à 0,500 *kg* d'anthracite ; dans ce cas on aurait 83 *ch*.

(3) Il faut compter 6 cornues puisqu'elles ne distillent que 12 *kg* de bois par heure, donc pour 1 362 *kg* en 20 heures, il faut : $\frac{1\,362\,kg}{12\,kg \times 20 \text{ heures}}$ = 6 cornues.

c'est un poids annuel de cornues de 130 *kg* × 6 cornues × 4 fois = 3 120 *kg*, qui, au prix de 20 *f* les 100 *kg* représenteront une dépense annuelle de 31,20 *q* × 20 *f* = 624 *f* l'an, sans compter les frais de démontage et de remontage pour une puissance motrice de 50 à 60 *ch* effectifs.

§ 17. — Comparaison des rendements en forces motrices par le gaz et par la vapeur.

Page 115, dans leur brochure MM. Vigreux et Bardolle donnent un tableau comparatif sur le prix de revient de divers gaz combustibles et par leur dernier chiffre, comme résultat final, ils concluent que le gaz Riché ne coûte absolument rien, 0,00 *f*, donc rien du tout en argent, pour la consommation des combustibles.

Mais si l'on prend pour faire fonctionner une bonne installation à vapeur *(une chaudière perfectionnée et pratique)*, avec une bonne machine à condensation Sulzer ou Corliss, les mêmes combustibles pour rien, qui ont donné 55,25 *ch*, effectifs pendant 20 heures avec :

1° Bois résidus ou dits résidus . . 1 362 *kg*
2° Houille de Bruay. 550

dont il faut déduire 208,5 *kg* d'excellent charbon de bois *(ce qui prouve que le bois qui l'a donné n'était pas mauvais)*, on trouve que la consommation totale rapportée à la houille *(suivant MM. Scheurer-Kertner et Malher qui donnent aux résidus, gros bouts de bois de wagonnage, de charronnage et des madriers de pin et de sapin 0,5* (1) *de la valeur de la houille de bonne qualité)* a été de :

1° 1 362 *kg* bois × 0,5 = ...	681,0 *kg*
2° 550 *kg* houille 208,5 *kg* d'excellent charbon de bois.	341,5 *kg*
Valeur totale de l'équivalent en houille.	1 022,5 *kg*

Donc à l'heure l'équivalent de ce poids serait $\frac{1\ 022}{20 \text{ heures}} = 51$ *kg* de bonne houille donnant 51 *ch* effectifs.

(1) Ce coefficient 0,5 de MM. Scheurer-Kestner et Malher est bien vérifié par la pratique de la marche des grands fours à gaz d'affinage pour l'acier et le fer fondu homogène *(dits fours Martin)*; ainsi les bons fours Martin en France faisant 4 coulées par 24 heures (de 15 *t*), soit 60 *t* d'acier par jour ou de fer fondu, consomment dans leurs gazogènes 60 *t* × 0,3 *t* = 18 *t* de bonne houille, en Russie les mêmes fours faisant le même travail dépensent 36 *t* de bois de corde, donc : 36 *t* × 0,5 = 18 *t* de houille.

Le gaz Riché avec le moteur Charon aurait donc sur une bonne machine à vapeur une supériorité seulement de 55 *ch* — 51 *ch* = 4 *ch* ou de 8 0/0 que la main d'œuvre et les frais d'entretien dévoreraient 3 ou 4 fois. Mais dans les scieries mécaniques, et les menuiseries mécaniques, on ne brûle exclusivement que la sciure et les frisures qui, très probablement ne donnent pas d'excellent charbon de bois ; car les gros bouts sont vendus comme bois de chauffage.

En résumé, le mélange de combustibles spécifiés ci-dessus donne :

1°	Avec machine à vapeur, Corliss ou Sulzer .	51	*ch* effectifs.
2°	Avec moteur à gaz et appareils Riché. . .	55 1/4	—
3°	— et gazogène ordinaire .	72	—
et	. . . .	83	—

dans certains cas favorables avec des moteurs parfaits et du bon bois de chauffage.

Pour terminer nos comparaisons, nous dirons que le bois est, de tous les combustibles, celui qui se comporte le mieux dans les gazogènes des types russe et suédois ; donc qu'il serait naturel, si le chauffage industriel se fait au bois dans une contrée *(parce qu'il est le combustible le meilleur marché de cette contrée)*, de faire marcher les moteurs à gaz, au gaz des gazogènes au bois ; car avec du gaz à 1 480 calories le mètre cube, il en faudra $\frac{3\,766 \text{ calories}}{1\,480 \text{ calories}} = 2{,}544\ m^3$ pour faire le cheval effectif (voyez *fig.* 1 § 2) et comme 1 *kg* de bois donne 1,615 m^3 de gaz de gazogène *(voyez le tableau 3, au § 16)*, il ne faudra par cheval effectif au gazomètre que :

$$\frac{2{,}544\ m^3}{1{,}615\ m^3} = 1{,}575\ kg$$

de bois qui ne vaut que 1,575 *kg* $\times$ 2 640 calories = 4 158 calories, tandis que le mélange de M. Riché de :

1° 1 *kg* de bois vaut 2 640 calories (*) = 2 640 calor.
2° 0,250 *kg* de houille $\times$ 7 500 calor. = 1 895 calor. } = 4 515 cal.

En admettant que la houille à effet calorifique égal coûte le

(*) Voyez au renvoi (1), au tableau 3 du § 16, buis vert ou très humide 2 640 colóries.

même prix que le bois (1), il y aurait encore une économie d'argent à ne se servir que du bois de :

$$\frac{(4\,515 \text{ calories} - 4\,158 \text{ calories} \times 100}{4\,515 \text{ calories}} = 8\ 0/0.$$

Mais 1° avec une main-d'œuvre réduite au 1/4 ou au 1/5, de ce que réclament les cornues de M. Riché ;

2° Avec une économie considérable d'entretien ; celui d'un gazogène au bois étant nul, alors que le four Riché qui le remplacerait aurait à changer ses cornues 4 fois l'an.

En résumé, il y aurait une économie totale dans le prix de revient du cheval effectif heure, de plus de 35 0/0, à employer un simple gazogène à bois avec un bon moteur à gaz au lieu des appareils de M. Riché ou d'une machine à vapeur des plus perfectionnées, Sulzer, Corliss et autres dérivés ou compound.

§ 18. — Production du charbon de bois commercial et des produits chimiques extraits des bois.

Dans leur mémoire MM. Roman et Manaut parlent beaucoup de la vente du charbon de bois donné par les cornues de M. Riché. A ce sujet, comme je l'ai déjà dit, le véritable charbon de bois du commerce est solide, dense, sonore et relativement dur : pendant des siècles, il n'a pu être obtenu qu'en meule et en forêt, par une carbonisation lente à basse température, ainsi que je l'ai signalé au § 5. Le rendement du bois en cornue étant de 23 1/2 0/0 et celui en meule de 18 0/0, on voit donc que la perte en forêt est de 23 1/2 — 18 = 5 1/2 0/0 ; mais comme pour distiller le bois en cornues, on dépense depuis 12 jusqu'à 20 0/0, de son poids de houille ou de coke de bonne qualité, soit en moyenne 15 à 16 0/0 ; on voit donc que la carbonisation en meule est relativement tres économique, puisque 5 1/2 0/0 de bois humide ne valent pas plus qne 2 0/0 de houille ; donc l'économie due à la carbonisation en forêt est au moins de :

$$\frac{(15 - 2) \times 100}{15} = 86\ 0/0.$$

Si le bois est relativement cher transporté à destination,

(1) Ce qui est bien rare et dans ce cas il y aurait encore un grand avantage à ne faire usage que de la houille, puisqu'elle n'a pas besoin d'être tenue en magasins spéciaux pour ne pas absorber 15 à 20 0/0 de son poids d'eau, qui font perdre en partie au bois sa puissance calorifique.

il est relativement bon marché sur place, alors que de la houille transportée en forêt serait très chère : d'un autre côté au lieu de transporter dans une usine 100 de bois, on en a à transporter à la gare voisine que 18, de charbon ; il y a donc de ce fait une économie de 82 0/0.

De plus, le charbon de bois de forêt a la qualité que celui fait en cornue n'a pas ; il est dur, dense et sonore, tandis que celui des cornues est léger et poreux, sans bonne tenue au feu.

Dans ces conditions, on est en droit de se demander : pourquoi donc, fait-on du charbon en cornues et dans des usines ? La réponse à faire est celle-ci : dans ces usines, le charbon est considéré comme sous-produit de la fabrication des acétates, pyrolignites, méthylène, acide acétique, acétone, goudron, créosote, gaïacol, etc., tous produits prenant de plus en plus de valeur ; ainsi aujourd'hui l'acétone est-il très recherché par l'Angleterre, pour la fabrication des poudres de guerre sans fumée, il est employé à dissoudre le coton-poudre qui, allié dans la proportion de 38 0/0 avec 58 0/0 de nitroglycérine et 4 0/0 de matière minérale spongieuse forme la cordité.

Mais ici, il faut ajouter que M. Georges Lambiotte, de la maison Lambiotte frères, a porté à un très grand degré de perfectionnement la fabrication des produits chimiques des bois en même temps qu'il a transformé les méthodes de carbonisation distillatoires employées jusqu'ici ; ce qui lui a permis d'obtenir non plus un charbon de bois-braise déprécié, mais bien un charbon solide, dur et sonore, comme le meilleur charbon de meule en forêt, avec cette supériorité *qu'il est exempt de fumerons, et donc se vendant le même prix que le charbon de premier choix de forêt* (1).

Ce n'est pas en Europe que l'on peut songer aujourd'hui à faire du charbon, ne pesant que les 3/5 de celui obtenu en forêt (235 *kg* : 150 *kg* : : 5 : 3), soit encore plus léger que la braise des boulangers, en perdant tous les produits chimiques, que l'on extrait des bois et ceci en consommant deux à trois fois plus de houille pour distiller ou carboniser ces mêmes bois.

Les partisans de la distillation des bois pour la production

(1) D'après un dernier renseignement, pris au dernier moment (le 4 avril 1899), on m'assure que ce charbon *se vend à un prix supérieur à celui du meilleur charbon de forêt et qu'il fait prime sur la place de Paris.*

L'usine de Prémery (Nièvre), distille 500 à 600 m^3 de bois, par jour, par les procédés de M. G. Lambiotte.

d'un gaz de chauffage, pour la force motrice et pour tous les emplois industriels des combustibles, oublient que tous les combustibles peuvent être distillés et transformés en gaz à l'eau, de façon à donner un mélange de gaz de distillation et de gaz à l'eau ; mais comme à égalité de calories contenues, le gaz de distillation comme le gaz à l'eau, coûtent deux ou trois ou fois plus cher que le gaz des gazogènes ; on ne fait plus industriellement aujourd'hui encore, que du gaz d'éclairage et de chauffage domestique de luxe, très cher et du gaz à l'eau exclusivement employé pour le soudage des tôles à découvert, par cinq ou six usines, dans le monde ; attendu que pour ce soudage, il faut que le gaz ne renferme pas de carbure pouvant donner lieu à un dépôt de carbone dans la soudure, qui cémentée très superficiellement n'en serait pas moins très mauvaise ; de plus, dans le gaz à l'eau, il y a 43 0/0 d'hydrogène (1) qui à la température blanche traverse le fer comme une éponge, en le réduisant et en se condensant dans le métal avec dégagement de chaleur, condition des plus favorables pour donner de bonnes soudures. Aussi, pour le soudage à découvert du fer, de l'acier et des tôles préfère-t-on le gaz à l'eau, quoique plus cher, au gaz d'éclairage, non pas acheté à une Compagnie d'éclairage par le gaz, mais fabriqué sur place par l'usine, comme son gaz à l'eau. Dans son unique emploi, le gaz à l'eau est considéré, quoique cher, comme indispensable pour un effet utile spécial déterminé et jusqu'ici il est sans succédané.

Depuis plus de vingt ans, personne ne songe plus à faire du gaz de distillation avec les lignites, les tourbes et les bois, pas plus qu'avec leurs divers résidus *(en 1860, il y avait à Vilers-Bretonneux un inventeur qui voulait faire du gaz de fumier)*, cependant les résidus de bois sont bien ceux qui se prêtent le mieux à la distillation, telles sont la tannée, les copeaux, les frisures, les sciures, etc., mais tous ces résidus ne sauraient jamais produire d'excellent charbon de bois en donnant du gaz pour moteurs à gaz. Ces résidus, depuis plus de cinquante ans, sont employés à chauffer des chaudières à vapeur et depuis trente ans en Suède à faire du gaz de gazogène pour la métallurgie ; ce gaz pourrait faire marcher des moteurs à gaz, aussi bien que le gaz des hauts fourneaux.

Il est facile de comprendre que le gaz des cornues de distilla-

(1) Voyez le tableau du § 10, gaz Teissié du Motay.

tion et à l'eau, coûteront toujours beaucoup plus cher que le gaz des gazogènes ; puisque le gaz des gazogènes se produit par lui-même directement, tandis que le gaz de distillation ne se produit que par la transmission de la chaleur à travers les parois, d'une ou de plusieurs cornues et où la source de calorique est extérieure, soit le combustible brûlé sur la grille du foyer du four à cornues qui ne rend que 25 0/0 d'effet utile ; donc, si on brûle 40 de houille pour 100 de bois, ou $(40 - 15) \times 2 = 50$, de bois, pour distiller 100 de bois, la perte ramenée au bois est de :

$$\frac{50 \times 100}{100 + 80} = 27\ 0/0\ (1),$$

ce qui généralement échappe à première vue.

§ 19. — Sous-produits des gaz de gazogènes et des hauts fourneaux écossais.

Dès 1867, dans mon ouvrage, *La Tourbe* (2), j'ai fait connaître des appareils pour condenser, laver et épurer les gaz des gazogènes, principalement ceux de la tourbe, qui généralement est très chargée en azote et donne à la distillation de grandes quantités relatives d'ammoniaque. En effet, la tourbe, se gazéifiant à basse température, en étant fortement chargée de vapeurs d'eau dans ces gazogènes, de plus sa cendre renferme généralement de grandes proportions de chaux libre venant *(de la calcination du carbonate de chaux)*, comme celle de Picardie. Dans ces conditions, la matière azotée se transforme en carbonate d'ammoniaque avec la plus grande facilité. Mais comme jusqu'ici, en France, la tourbe n'est pas encore devenue un combustible industriel, les choses en sont restées là. Le même ouvrage, renfermant 17 grandes planches, en a trois consacrées à l'extraction de l'ammoniaque et une à la fabrication du sultate d'ammoniaque.

En Écosse et en Angleterre, depuis une quinzaine d'années, la production du sulfate d'ammonniaque a pris un tel développement, que du prix de 50 *f* les 100 *kg*, ce sel est tombé à 24 et 22 *f*. En Écosse, ce sont les hauts fourneaux marchant avec de la houille ligniteuse à 6 0/0 de cendres et à 40 0/0 de matières volatiles *(donc à 54 0/0 de carbone fixe)* qui donnent la plus grande

(1) Voyez le N. B. du tableau 3, § 16 : 0,400 *kg* — 0,150 *kg* = 0,250 *kg*.

(2) Bernard Tignol, éditeur, 53 *bis*, quai des Grands-Augustins, à Paris.

quantité d'ammoniaque et de sels ammoniacaux. Cette houille ligniteuse se comporte très bien aux hauts fourneaux, elle distille comme le lignite, la tourbe et le bois, en donnant un coke ou charbon solide et dur, sans que jamais deux morceaux se soudent ; elle descend donc dans les hauts fourneaux comme le charbon de bois et le coke, en donnant beaucoup de gaz de distillation, de vapeur, de goudron, etc., mêlés au gaz de fourneau Az, CO et CO^2. Au moyen de tuyaux condenseurs, réfrigérants, etc., les gaz donnent par condensation du goudron fortement chargé de benzol et des eaux ammoniacales, qui sont ensuite traités dans un atelier spécial pour l'extraction de tous les sous-produits, comme dans les grandes usines à gaz d'éclairage ; sulfate d'ammoniaque etc.

Cette même houille, très abondante aussi dans le nord de l'Angleterre, est employée dans de grands gazogènes cylindriques *(dits à cuve)* à allure très vive (1) : certains grands industriels, comme le savant M. Mond, ont monté dans leurs usines, des gazogènes spéciaux à marche à basse température avec un grand excès de vapeur d'eau, en vue de favoriser la production ammoniacale. M. Mond, au lieu d'introduire dans ses gazogènes entre 0,350 *kg* à 0,450 *kg* de vapeur d'eau, en lance jusqu'à 2,500 *kg* par kilogramme de houille.

M. Mond, qui est directeur-administrateur d'une des plus grandes usines d'Angleterre, pour la fabrication des produits chimiques, emploie le gaz de ses gazogènes à chauffer ses fours et principalement ses chaudières à vapeur : voici comment il procède :

1° Les gaz de plusieurs gazogènes sont réunis dans une conduite générale ;

2° De cette conduite générale, le gaz passe dans une grande tour à courants opposés, où il perd ses poussières :

3° De là, il passe dans deux autres tours remplies de briques en grès vitrifié *(fritté)*, disposées à la façon de celles des accumulateurs-récupérateurs des fours chauffés au gaz. Sur ces briques tombent des pluies d'acide sulfurique, de haut en bas, tandis que le gaz monte de bas en haut, il se forme du sulfate d'ammoniaque, qui s'écoule dans un bassin inférieur, d'où la solution acide est relevée, pour arroser une seconde fois les gaz ammoniacaux *(des gazogènes)* qui arrivent ainsi au maximum

(1) Gazéifiant 25 *t* de cette houille par 24 heures et par gazogène.

de concentration par voie d'action progressive, graduelle et méthodique. La solution au maximum pratique de concentration est envoyée aux évaporateurs et de là aux cristallisoirs, d'où est extrait le sulfate d'ammoniaque commercial.

4° Le gaz, sortant chaud à 500° des gazogènes, est introduit *(après avoir passé dans la tour à poussière)* à 350° environ dans les tours à saturation par l'acide sulfurique étendu, d'où il sort fortement chargé de vapeur d'eau à la température de 250° *(bien entendu, sous la pression 760)*.

5° Le mélange de gaz chaud et de vapeur surchauffée à 250° circule dans des appareils faisant fonction de générateurs à vapeur et d'appareils à air chaud; de façon à souffler les gazogènes à une température de 105 à 110° pour introduire dans leur vent, un poids de vapeur d'eau sensiblement égal au poids d'air consommé par ces gazogènes.

6° Le gaz, après avoir produit de la vapeur et de l'air chaud par voie de récupération, arrive dans une quatrième tour où il est lavé à l'eau froide, pour être ramené à la température maxima de 20 et 25°, pour ne plus renfermer que 0,016 *kg* à 0,025 *kg* d'eau dissoute par mètre cube, soit moins de 2 0/0 en poids.

7° Le gaz ainsi purgé de vapeur d'eau se rend aux fours et aux chaudières où il est brûlé, avec un rendement de 75 0/0 en moyenne; c'est-à-dire que le gaz de 1,000 *kg* *(une tonne)* de houille ne vaut 750 *kg* de la même houille brûlée directement sur les grilles des chaudières à vapeur.

Les houilles du nord de l'Angleterre et d'Ecosse renferment généralement 1,73 0/0 d'azote, soit 17,300 *kg* par tonne. Suivant M. Mond, dans les usines à gaz d'éclairage, l'azote se trouve ainsi distribué pour 100 *kg* de houille par exemple :

1° Azote des eaux de gaz dites ammoniacales . .	0,251 *kg*
2° Azote du cyanogène.	0,027
3° Azote perdu passant avec le gaz	0,610
4° Azote restant dans le coke.	0,842
TOTAL.	1,730 *kg*

Dans la pratique des usines à gaz d'éclairage, produisant du sulfate d'ammoniaque, une tonne de houille distillée rend en moyenne 8 *kg* de sulfate ; c'est donc une utilisation pratique de 1,657 *kg* d'azote sur 17,300 *kg*, soit moins de 10 0/0. M. Mond, en 1889, obtenait 32 *kg* de sulfate ; à présent il assure arriver à 36 *kg*

et même à 42 *kg* de sulfate de commerce, à 2 1/2 0/0 d'impureté ; c'est donc un rendement moyen, plus de quatre fois plus grand que celui donné par les usines à gaz d'éclairage, soit par les cornues.

Aujourd'hui en Angleterre on estime l'acide sulfurique à 53°, au prix de 2 *f* les 100 *kg* : il faut, pour produire 100 *kg* de sulfate d'ammoniaque, pour l'agriculture, consommer 115 *kg* d'acide à 53°; d'où il suit que chez M. Mond, le prix de revient du sulfate peut être estimé à :

	En Angleterre	En France
1° Acide sulfurique, 115 *kg* × 2 *f*. . . .	2,30 *f*	3,45 *f* (1)
2° Concentration et cristallisation. . . .	1,50	1,75
3° Main-d'œuvre.	1,25	1,25
4° Entretien des appareils, intérêt du capital, des appareils spéciaux, pour le sulfate d'ammoniaque, amortissement et frais généraux d'administration	2,95	3,95
Prix net du quintal (100 *kg*) du sulfate d'ammoniaque à l'usine de production. . .	8.00 *f*	10,00 *f*

Ce sulfate vaut à l'usine de production 20 *f* les 100 *kg* ; le bénéfice par quintal est donc de :

$$20\,f - 8\,f = 12\,f,$$

soit de $\frac{12\,f}{100} = 0{,}12\,f$ par kilogramme.

Si la tonne de houille a donné 32 *kg* de sulfate, son produit est donc de $0{,}12\,f \times 32\,kg = 3{,}84\,f$; commela houille consommée par Mond, lui coûte environ à l'usine, 4,50 *f*, la perte est donc de

$$4{,}50\,f \times (100 - 75) = 1{,}125\,f.$$

Et le bénéfice net par tonne de houille gazéifiée est de

$$3{,}84\,f - 1{,}125\,f = 2{,}715\,f.$$

C'est donc une économie par tonne de houille de $\frac{2{,}715\,f \times 100}{4{,}50}$ $= 60$ 0/0 en production de vapeur.

En France, avec de la houille à 16 *f* la tonne et de l'acide sul-

(1) En France le prix de cet acide est de 3 *f* les 100 *kg* d'où

$$1{,}15\,kg \times 3\,f = 3{,}45$$

furique à 3 *f*, on n'aurait plus qu'un bénéfice de 3,20 *f* ou de 0,10 *f* par kilogramme *(qui pour le même rendement de 32 kg de sulfate par tonne, donne un produit de 3,20 f)*. Mais comme la tonne de houille coûte 16 *f* à l'usine, transformée en gaz, elle donne lieu à une perte de $16\, f \times (100 - 75) = 4\, f$; de sorte que la gazéification pour la production de la vapeur causerait une perte par tonne de houille gazéifiée de

$$4\, f - 3{,}20\, f = 0{,}80\, f.$$

Mais si, comme dans les aciéries, les verreries, etc., la transformation de la houille en gaz s'impose, le bénéfice de 3,20 *f* reste acquis. Ce qui donne une économie par tonne de houille chargée au gazogène de

$$\frac{3{,}20 \times 100}{16\, f} = 20\ 0/0\ (1).$$

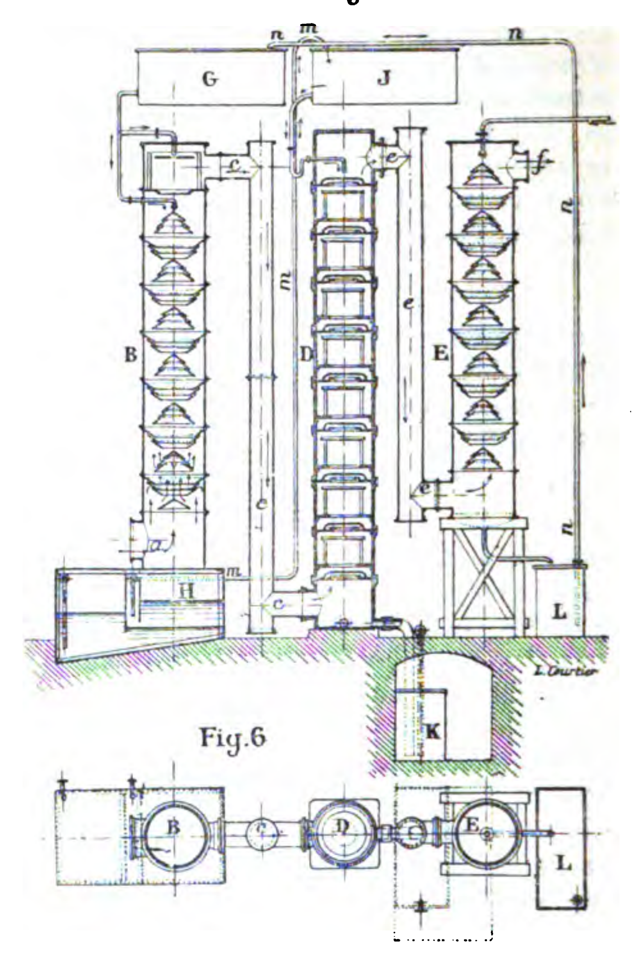
Des essais faits en 1897 en France sur des gazogènes ordinaires ont fait voir que l'on peut obtenir 12 à 14 *kg* de sulfate d'ammoniaque par tonne de houille gazéifiée *(au gazogène)*, sans avoir recours aux luxueux et très coûteux appareils de M. Mond (2), que le bas prix de la houille commune *(en Angleterre et en Ecosse)* justifie; ainsi que l'on vient de le voir plus haut, puisqu'une consommation de 100 *t* de houille par jour peut donner un bénéfice annuel de $100\, t \times 2{,}715 \times 300$ jours $= 81\,450\, f$.

Mais chez nous, en France, il ne nous est pas possible d'entrevoir d'aussi grands bénéfices ; aussi a-t-on pensé à simplifier les appareils et voici comme ils sont disposés :

Le gaz, sortant du ou des gazogènes *(fig. 5 et 6)*, passe dans un laveur B à eau ammoniacale venant d'un réservoir G parfaitement bien fermé, ne permettant pas l'évaporation des gaz ammoniacaux ; quand l'eau de lavage est bien saturée d'ammoniaque, elle n'en absorbe plus et n'a plus qu'une action physique d'épuration sur le gaz. Celui-ci, débarrassé de ses poussières, passe dans le saturateur D, où l'acide sulfurique s'empare de son ammoniaque pour faire le sulfate d'ammoniaque dont la solution

(1) Dans les verreries, les aciéries, etc., anglaises et écossaises qui marchent par le chauffage au gaz obligatoire, il n'y a pas lieu de tenir compte de la perte de 25 0/0 due à la gazéification, et alors l'économie est de $\frac{3{,}84\, f \times 100}{4{,}50} = 85$ 0/0 en réalité d'après M. Mond.

(2) On trouve les dessins de ces appareils dans le tome III du *Traité théorique et pratique des Moteurs à gaz* de M. le docteur Aimé Witz, de 1899 ; pages 54 à 59 *(fig. 9 et 10)*. M. Witz dit. page 68, qu'un moteur Crossley de 25 *ch* n'a dépensé que 1 973 *l* de gaz Mond, soit 467 *g* de houille d'Écosse par heure-cheval indiqué. Rendement thermique 0,24.



Légende :

a tuyau d'arrivée de gaz venant des gazogènes ;
B laveur épurateur du gaz ;
c tuyau menant le gaz épuré au saturateur ;
D saturateur en grès *(céramique)* des gaz ammoniacaux par l'acide sulfurique ;
e tuyau conduisant le gaz au laveur condenseur E ;
E laveur condenseur débarrassant le gaz de la vapeur d'eau ;
f tuyau menant le gaz épuré aux fours et moteurs ;
G réservoir fermé hermétiquement, pour l'eau ammoniacale de lavage et d'épuration physique ;
H bassin recevant l'eau ammoniacale continuellement rétrogradée en G et servant au lavage ;
J réservoir en plomb pour l'acide sulfurique ;
K bassin recevant la solution de sulfate d'ammoniaque ;
L bassin recevant l'eau de lavage et de la condensation finale ;
m tuyau d'eau ammoniacale pour diminuer le titre de l'acide sulfurique en J ;
n tuyau pour refouler partiellement l'eau de lavage et de condensation finale, au réservoir G pour compenser l'évaporation en B.

s'écoule dans le bassin K. Le gaz ayant cédé toute son ammoniaque en D, passe en E où il est lavé et où la vapeur d'eau qu'il renferme est condensée ; ce gaz ainsi bien épuré s'échappe par le tuyau *f*, pour aller aux fours qu'il doit chauffer. La légende des figures 5 et 6 fait bien comprendre les appareils et la marche du gaz ; outre l'ammoniaque ainsi extraite, on peut, de même que dans les usines à gaz d'éclairage, récolter les goudrons et en extraire le benzol et autres produits très recherchés aujourd'hui.

Tout ce que nous venons de dire peut s'appliquer aussi bien aux lignites, aux tourbes et aux bois qu'à la houille, et le gaz produit peut être mieux que tous les autres, ainsi épuré, employé à donner le mouvement à des moteurs à gaz comme à chauffer les fours de la métallurgie, de la verrerie, etc.

Mais le gaz de bois des gazogènes présente une grande supériorité sur tous les autres, car il peut donner tous les produits énumérés au § 18 *(précédent)*, qui ont une bien plus grande valeur commerciale que les sous-produits de la houille, des lignites et des tourbes (1) : aussi dans certains pays, comme l'Amérique et la Russie, semble-t-il naturel de produire la force motrice par des moteurs marchant au gaz de bois, celui-ci, bien entendu, épuré, ayant cédé utilement tous les sous-produits de la distillation ou gazéification du bois. En effet le gaz de bois sort froid de ses gazogènes et dans beaucoup de cas, on sera probablement obligé de recourir au condenseur, que nous avons vu *(fig. 2, § 8)* pour faire l'extraction de la vapeur d'eau en excès dans lesdits gazogènes, chargés de combustibles renfermant plus de 25 à 30 0/0 d'eau hygrométrique et de constitution, cette eau évacuée par le condenseur L *(fig. 2)*, ira se réunir à l'eau du bassin K *fig. (5)* dont elle augmenterait le rendement.

On voit donc ici, comme plus haut § 16 et 17, que c est encore avec le gazogène ordinaire, que l'on obtiendra des bois le maximum d'effet utile avec le minimum de dépense, pour la produc-

(1) Dans certains pays comme l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie et la Pologne on trouve des lignites donnant des goudrons très chargés en paraffine et en huile paraffineuse employée à faire le gaz riche comprimé pour l'éclairage des voitures des chemins de fer *(ce gaz est aujourd'hui additionné d'acétylène)*. L'extraction de la paraffine et de l'huile est très courante dans les pays ci-dessus cités. Certaines tourbes donnent aussi de la paraffine. Le traitement des goudrons, des lignites, des tourbes et des bois est encore dans l'enfance. Il n'est pas douteux que prochainement les gaz de ces combustibles seront traités comme ceux des hauts fourneaux écossais et des gazogènes de M. Mond, car leurs sous-produits sont aussi nombreux que ceux des gaz de houille, dont le goudron donne aujourd'hui plus de 36 hydrocarbures, variés, dérivés et divers.

tion de la force motrice, par le gaz de bois, où le bon marché de ce combustible pourrait le faire préférer à la houille et au lignite.

Pour terminer ce paragraphe, je crois bon d'intercaler le tableau 5 ci-contre à la suite du tableau 4, permettant de comparer différents gaz de hauts fourneaux à celui de notre gazogène (1) et à celui des gazogènes de M. Mond (2), employant tous une même variété de houille pouvant se rapporter à ces deux types.

TABLEAU 4.

HOUILLE LIGNITEUSE DE CHOIX ET ORDINAIRE					
	pour HAUTS FOURNEAUX		POUR GAZOGÈNES		
1° Matières volatiles, gaz et goudron . . .	32,86	41,06		30,10	40,15
2° Eau ammoniacale.	8,20			10,05	
3° Coke 58,94 { Pyrite (bisulfure de fer) .	0,41	58,94	57,85	1,25	57,85
Carbone fixe.	56,66			46,30	
Cendres.	1,87			10,30	
		100,00			100,00

L'examen du tableau 5 ci-contre fait voir que la richesse calorifique du gaz des hauts fourneaux est des plus variables, puisqu'elle passe de 969 calories à 1 471 calories en moins de 3/4 d'heure; cette variation est comme 1 000 : 1 518 ou : : 2 : 3; donc pour qu'un moteur à gaz marche bien avec un tel gaz, il faut qu'il reçoive la quantité d'air théorique et pratique pour donner le maximum de puissance explosive quand le gaz est à 1 471 calories le mètre cube à 0° et à 760, et une forte compression préalable à 8, 9 et 10 *kg*, pour le faire encore bien tonner quand il tombe à 969 calories le mètre cube et même au-dessous.

Les irrégularités dans la richesse du gaz ont été jusqu'ici désastreuses pour les moteurs à gaz, qui, à bien dire, reçoivent une cartouche gazeuse à chaque aspiration; c'est comme l'ancien

(1) Ce gazogène cylindrique est en fonction depuis septembre 1877 à Birmingham chez MM. Albright, Wilson et Cie.

(2) On trouve le dessin du gazogène de M. Mond dans l'ouvrage de M. le Dr Aimé Witz *(déjà cité dans ce même paragraphe 19)*, page 56, figure 9.

TABLEAU 5, **comparatif de la valeur des gaz de gazogènes marchant à la houille d'Écosse.**

DÉSIGNATION DES GAZ COMPOSANTS	GAZ DE HAUTS FOURNEAUX au coke		GAZ DE HAUTS FOURNEAUX A LA HOUILLE D'ÉCOSSE — TEMPS ÉCOULÉ APRÈS LA CHARGE DU GUEULARD — 45 minutes		5 minutes		30 minutes		GAZ DE GAZOGÈNE A LA HOUILLE D'ÉCOSSE — de I. A. L. au gazogène cylindrique		Gaz Mond au gazogène cylindrique	
H	2,10		2,33		5,20		6,42		14,50		23,00	
CO.	24,00	28,50	27,75	27,83	26,78	35,55	27,18	38,92	29,50	48,45	10,00	36,00
C^2H^4, etc.	2,40		0,75		3,57		5,32		4,45		3,00	
Az, etc..	59,50	71,50	66,42	72,17	57,07	64,45	55,54	61,08	48,55	51,55	49,00	64,00
CO^2.	12,00		5,75		7,38		5,54		3,00		15,00	
		100,00		100,00		100,00		100,00		100,00		100,00
Puissance calorifique du mètre cube de gaz ramené à 0° et à 760, les produits de la combustion n'étant pas condensés	900 calories.		969,18 calories.		1 305,37 calories.		1 471,63 calories.		1 650 calories.		1 156 calories.	
Puissance calorifique moyenne du mètre cube	900 calories.		1 248,69 calories.						1 650 calories.		1 156 calories.	
Dates des analyses.	1872		1896						1897		1896	

mélange de charbon, de soufre et d'azotate de potasse, qui avait besoin d'être en bonne proportion requise pour donner le maximum d'effet balistique ; de même, le mélange de gaz et d'air doit être en proportion telle, que la combustion totale puisse être obtenue avec seulement 2 0/0 d'oxygène en excès *(soit avec 10 à 12 0/0 d'air en excès)*. Ceci était vrai avec les faibles compressions de 2 à 3 *kg*, mais avec des compressions de 8, 9 et 10 *kg*, le gaz devenu pauvre en tombant par exemple de 1 471 calories à 969, recevant toujours la même quantité d'air, on a donc environ 50 0/0 en excès ; mais, grâce à la haute température développée par la compression *(8 à 10 kg ou atmosphères*, il tonne toujours bien, avec un rendement thermique réduit, bien entendu, comme le fait voir la figure 1 du § 2. La haute compression est assurément un travail négatif, très imparfaitement restitué, mais qui heureusement assure la marche régulière d'un moteur à gaz ; chose qui n'a jamais été obtenue que dans ces derniers temps, soit en 1896-1897.

§ 20. — Valeur relative de quelques gaz de gazogène des combustibles les plus usuels.

Les gaz de gazogènes sont nombreux, et un grand nombre d'ouvrages les ont fait connaître ; mais les gazogènes qui les produisent, les plus répandus datant de 1855 où à cette époque ils étaient employés à brûler du lignite à la verrerie de Tscheitsch, en Moravie ; grâce à la propagande qu'ils ont reçue de M. Siemens, ils se sont considérablement généralisés ; cependant leur rendement thermique est des plus médiocres, 50 à 55 0/0 en moyenne et à 65 0/0 au maximum. Il est donc inutile de nous entretenir de ces appareils qui, petit à petit, disparaissent tous les jours.

Les gazogènes les plus perfectionnés de notre époque sont à barrage ou à prise de gaz centrale, à enveloppe métallique *(tôle)* à bonne fermeture hermétique des gueulards, trémies de chargement et trous de piquage, afin d'éviter les fuites de gaz. De plus, ils doivent être à cendrier fermé, même pour marcher à air libre, afin d'utiliser le rayonnement de leurs grilles au chauffage de l'air primaire et de la vapeur d'eau qui vient d'un radier-bassin d'évaporation ; de sorte que le cendrier, fermé par une porte à double paroi, à matelas d'air isolant, devient un générateur et un surchauffeur de vapeur et d'air, pour fournir au moins 350 *g* de vapeur d'eau par kilogramme de houille

chargée au gueulard, afin de bien assurer la production partielle (35 à 45 0/0) du gaz à l'eau, sans avoir recours à des complications mécaniques incompatibles avec la construction des gazogènes.

Les grilles de ces gazogènes doivent être faciles à manœuvrer pour l'enlèvement des cendres et des mâchefers.

Les mêmes gazogènes peuvent marcher à l'air libre, comme être soufflés par ventilateurs, jet de vapeur ou autres souffleries ; mais quand le combustible, par sa nature, est rebelle au traitement au gazogène et réclame une forte pression de vent, pour lui faire traverser la charge, le jet de vapeur ne peut plus être utilement employé, au-dessus des pressions de 50 à 60 *mm* d'eau, attendu que la quantité de vapeur consommée par mètre cube d'air soufflé croît comme le carré des charges, et bientôt le volume de vapeur est tellement grand par rapport à celui de l'air, qu'il y a extinction complète, car au lieu de 350 *g* de vapeur par kilogramme de houille, anthracite, etc., soit 140 à 150 *g* de vapeur d'eau par mètre cube d'air, on en a 3, 4, 6 et 10 fois plus ; de là l'arrêt net des gazogènes par extinction. Les meilleures conditions pour souffler les gazogènes au jet de vapeur, sont celles qui ne réclament que des pressions de vent de 15 à 25 *mm* d'eau ; au-dessus de cette pression, il faut recourir aux souffleries mécaniques.

Les gazogènes doivent avoir un profil convenable, pour s'opposer aux combustions anticipées, en donnant du gaz au maximum de puissance calorifique.

Le gaz, surtout des bons gazogènes, est relativement froid *(sauf le gaz de coke)* car après la transformation complète du carbone fixe en CO et CO + H, le calorique disponible ne présente guère que 15 à 16 0/0 du calorique total de la houille ; ces 15 0/0 sont utilisés à distiller et à sécher le combustible (1) ; aussi avec certaines houilles Flénu à 30 et 36 0/0 de matières volatiles, comme avec les lignites, tourbes et bois, le gaz sort-il complètement froid de ses gazogènes, en donnant du goudron et

(1) En 1887, 1888 et 1889, nous avons fait des essais de marche de gazogènes en soufflant de l'air chauffé entre 300 et 350° sous leur grille ; notre collègue M. G. Richard *(dans son ouvrage sur les moteurs a gaz)* a fait connaître nos appareils. Leur effet utile a été de faire passer le gaz de nos gazogènes à coke, de 1 140 calories le mètre cube à 0° et à 760 à 1 258 calories, celui d'anthracite de 1 520 à 1 550 calories, et ceux des houilles maigres de 1 466 à 1 470 ; mais les gaz de houilles Flénu et d'autres combustibles gazeux n'ont pu bien chauffer le vent ; c'est ce qui nous a fait abandonner le chauffage du vent ; en outre les appareils récupérateurs s'encrassent et sont sans effet utile au bout de quelques jours de service.

des eaux ammoniacales avec les houilles et acide avec les bois.

Les conduites de gaz restent très propres pendant plus d'une année, tandis que les gazogènes à allure chaude, par leurs combustions anticipées, produisent des gaz fumeux qui en quelques jours encombrent les canalisations, tuyaux et conduites, en forçant à des arrêts répétés ; soit un arrêt tous les samedis de chaque semaine, et comme le gaz est de médiocre qualité, il y a perte de temps, de main-d'œuvre et de calorique, souvent dans une proportion dépassant 30 0/0.

Pour cette raison, plusieurs auteurs ont recommandé de placer les gazogènes le plus près possible, des fours afin de ne pas perdre la chaleur qui s'y développe quand ils marchent en grille, en utilisant leur haute température, 900 et 1 100 degrés, ainsi que les goudrons, suie et noir de fumée qui s'en échappent avec le gaz ; cette perte est en moyenne de 15 0/0 ; mais dans la pratique elle est beaucoup plus considérable, car avec une récupération insuffisante, les fours ne donnent que très difficilement la température requise pour les opérations qui s'y font. Si, par exemple, un four en acier ne fait que trois coulées par 24 heures, faute de ne pouvoir marcher plus vite, pour en faire quatre, la perte est de 25 0/0 ; mais souvent encore la mauvaise gazéification conduit à une plus grande perte, car les gazogènes consomment plus par unité de temps. Ainsi, en 1878, j'ai pu obtenir sur un four de verrerie 35 0/0 d'économie, alors que la comparaison des analyses du bon et du mauvais gaz n'accusait que celle de 20 0/0. Pour faire cette comparaison, j'avais compté pendant un mois de marche, la dépense de houille avant la transformation des gazogènes, puis compté de la même façon, sur la même marche, avec la même houille (1), le mois qui avait suivi cette transformation, qui avait eu pur but de changer les grilles, de fermer les cendriers, de les arroser très régulièrement, automatiquement, et de changer la décharge des trémies pour obtenir la distillation préalable et éviter les combustions anticipées. Avant la transformation, la suie remplissait en six jours la canalisation de gaz, et on ne voyait pas trace de goudron ; après la transformation, on ne voyait plus de suie, et le goudron très fluide coulait très régulièrement à sa citerne, comme dans les usines pour le gaz d'éclairage.

Les auteurs qui recommandaient de placer les gazogènes le

(1) Cette houille était du Commentry, dit gros et carré, bien cassé à bonne grosseur, entre 40 et 70 *mm*, à 7 0/0 de cendre et à 35 0/0 de matières volatiles.

plus près possible des fours *(et j'étais du nombre)*, pensaient avec apparence de raison que ce rapprochement donnerait lieu à une économie de 15 0/0, ce qui était parfaitement vrai et qui l'est toujours pour les gazogènes au coke, dont l'échappement du gaz ne peut être réduit au-dessous de 850° *(voyez les §§ 13 et 16 de mon mémoire à la Société au* Bulletin *d'octobre 1892)*. Mais il n'en est plus de même pour les gazogènes qui, marchant avec des houilles gazeuses, des lignites, etc., ont des échappements de gaz inférieurs à la température de 200° (1), et dans ces gazogènes le goudron n'en sort que très difficilement, il retombe dans ces appareils, puis il y coule assez bas pour se décomposer en gaz, brai et coke; de sorte qu'au lieu de 80 *kg* de goudron par tonne de houille gazéifiée comme dans les usines à gaz d'éclairage, ne sort-il de ces gazogènes que 15 à 20 *kg* d'un goudron d'une très grande fluidité, riche en sous-produits, jusqu'ici inutilisés, lesquels sont d'une très grande volatilité, comme les sels ammoniacaux.

Il faut donc reconnaître aujourd'hui que les bons gazogènes donnant le gaz mixte ne laissent rien perdre pratiquement, et que le refroidissement de leurs gaz à très basse température, 10 à 20°, peut donner lieu à l'extraction de sous-produits, qui tous les jours prennent de plus en plus de valeur; que du reste la richesse calorifique du gaz des gazogènes perfectionnés est une véritable économie, puisque le gaz, au lieu de n'être qu'à 1 050 et 1 100 calories le mètre cube à 0° et à 760, comme dans les anciens gazogènes, est dans les nouveaux à 1 450 et 1 500 calories; ce qui dans la pratique fait varier entre 20 et 35 0/0 l'économie en argent sur la dépense de combustible : d'où la conclusion à tirer de ce paragraphe est que les gazogènes doivent échapper leurs gaz à aussi basse température que possible (2) avec utili-

(1) Températures intérieure et d'échappement des gaz des gazogènes marchant :

	Température dans les gazogènes. — degrés	Température à la sortie du gaz dans les tuyaux d'évacuation. — degrés	
1° Au coke.	850	600	peu utilisables
2° A l'anthracite	500	300	inutilisables
3° A la houille maigre.	400	250	—
4° A la houille gazeuse.	de 200 à 60	100 à 40	—
5° Au lignite.	de 110 à 40	70 à 30	—
6° A la tourbe	de 80 à 30	60 à 25	—
7° Au Bois.	de 60 à 20	50 à 20	—

(2) L'échappement du gaz à haute température est la preuve de sa combustion dans ses gazogènes, qui n'envoient plus aux fours qu'un mélange de fumée et de gaz; souvent de plus de fumée que de gaz.

sation pratique de leurs sous-produits, aussi bien pour la production de la force motrice, par moteurs à gaz, que pour le chauffage des grands fours industriels marchant à hautes températures.

Par le tableau 6 ci-dessous, je fais connaître la valeur relative des principaux gaz des gazogènes, les plus perfectionnés et les plus nouveaux, pouvant fournir utilement des sous-produits, avec les houilles Flénus longues flammes, les lignites et les tourbes qui donnent de la paraffine, etc., et les bois dont j'ai cité les sous-produits aux §§ 18 et 19. Et à ce sujet il faut bien noter, ainsi que M. Mond l'a prouvé, que le rendement des gazogènes en sous-produits est considérablement supérieur à celui des cornues à distiller.

Tous ces gaz ont été obtenus dans des gazogènes soufflés au ventilateur avec plan d'eau d'évaporation sous la grille ou encore soufflés au jet de vapeur : ces gazogènes qui les ont donnés appartiennent aux trois types les plus perfectionnés : rectangulaire à plan incliné de distillation, carré et cylindrique, avec les mêmes cendriers, portes, radiers, évaporateurs, surchauffeurs et les mêmes trémies et gueulards de chargement.

Ces gaz peuvent être employés au chauffage de tous les fours métallurgiques, à celui des verreries, des cristalleries, des fabriques de produits chimiques, des fabriques de produits céramiques, etc., comme à celui des étuves diverses de l'industrie des émaux fusibles à basse température et à haute température, ainsi qu'au brasage des métaux, à la torréfaction, en général, et au flambage des fils, des étoffes, etc. Dans ces derniers cas, à la suite des épurateurs du gaz, il faut mettre un gazomètre régulateur de production et de consommation de gaz. Comme tous ces gaz peuvent remplir le même but, le consommateur n'a que l'embarras du choix, et son choix doit se porter sur le gaz qui, à égalité de calories disponibles ou contenues, est celui qui lui donne la calorie (*soit, pour compter plus pratiquement, le mille de calories*), au meilleur marché en prix de revient réel.

Enfin tous les gaz ci-dessus énumérés peuvent servir à la production de la force motrice, avec un égal succès, grâce à la compression préalable.

En terminant nous devons faire remarquer que, si dès 1887 à 1889, nous avons voulu utiliser, soit économiser la chaleur perdue emportée par les gaz combustibles qui s'échappent des gazogènes, malgré de très fortes dépenses en frais d'établissement et

TABLEAU 6 **donnant la valeur relative des principaux gaz de gazogènes employés dans l'industrie.**

	GAZ DE COKE	GAZ D'ANTHRACITE anglais	GAZ DE HOUILLE MAIGRE D'ANZIN	GAZ DE LIGNITE MOYEN	GAZ DE TOURBE DE PICARDIE	GAZ DE BOIS ORDINAIRE	GAZ DE HOUILLE FLÉNU de la Sarre	GAZ DE HOUILLE D'ÉCOSSE
CO	27,06	21,32	26,50	32,80	34,02	32,40	17,63	29,50
H	12,83	20,34	10,75	4,40	5,76	10,76	15,82	14,50
C^2H^4	0,88	3,50	3,75	2,60	1,03	2,00	3,87	4,45
C^4H^4	0,10	0,55	0,50	0,60	0,56	0,53	1,44	
	40,87	45,71	41,50	40,40	41,37	45,69	38,76	48,45
Az	55,56	49,84	57,25	57,50	56,61	46,30	55,66	48,55
CO^2	3,57	4,45	1,25	2,10	2,02	7,30	5,58	3,00
	59,13	54,29	58,50	59,60	58,63	53,60	61,24	51,55
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,29	100,00	100,00
Puissance calorifique du mètre cube à 0° et à 760, les fumées non condensées	Gazogène cylindrique : 1 140 calories.	Gazogène cylindrique : 1 520 calories.	Gazogène carré : 1 466 calories.	Gazogène carré à plan incliné : 1 427 calories.	Gazogène carré à plan incliné : 1 348 calories.	Gazogène carré : 1 480 calories.	Gazogène carré : 1 450 calories.	Gazogène cylindrique : 1 650 calories.
Dates des analyses	1885.	1888.	1886.	1872.	1874.	1876.	1887.	1897.
Teneur en cendre du combustible	10 0/0.	3 0/0.	8 0/0.	12 0/0.	11 0/0.	1,6 0/0.	14 0/.	10 0/0.
Teneur en matières volatiles sans eau	2 0/0.	10 0/0.	12 0/0.	35 0/0.	36 0/0.	40 0/0.	28 0/0.	30 0/0.
Teneur en eau	10 0/0.	1 à 2 0/0.	2 0/0.	15 0/0.	34 0/0.	33 0/0.	9 0/0.	10 0/0.

de grandes surfaces de récupérateurs tubulaires, nous n'avons obtenu réellement rien de bien pratique à cette époque, sauf pour le coke et encore chose de fort peu d'importance; mais avec l'anthracite, nous n'avons jamais pu chauffer l'air primaire *(vent)* à plus de 130°, malgré un très grand développement de surface tubulaire métallique de récupérateur, vu qu'une plaque de plomb mise dans le joint de la prise de gaz intérieure du gazogène n'a jamais été fondue en trois mois de marche; d'où il faut conclure qu'avec l'anthracite anglais de premier choix, le gaz s'échappant de ses gazogènes à une température inférieure. à 325° pour arriver au maximum dans un récupérateur à 300°. où il ne saurait y produire un effet utile assez considérable pour justifier l'emploi d'un appareil à air chaud *(dit récupérateur)* assez coûteux.

D'un autre côté, les récupérateurs à la suite des gazogènes se chargent de suie, goudron, poussière de coke, etc., qui, leur enlevant leur conductibilité en deux jours, réduisent à rien leur effet utile en chauffage du vent *(air primaire)*. Dans certains cas, pour réduire le combustible au gazogène, pour n'en sortir que des cendres sans escarbilles et pour avoir du gaz riche à 1 500 calories, nous avons reconnu la nécessité de souffler au vent chaud à 300°; pour réaliser ce chauffage, nous avons pris les anciens appareils à vent chaud des hauts fourneaux, et nous les avons chauffés par le gaz pris à leurs gazogènes mêmes.

§ 21. — Application des principes décrits dans ce Mémoire, au chauffage par le gaz de coke, d'usine à gaz d'éclairage.

A Paris, à Saint-Denis (Seine) et à Bordeaux, plusieurs usines chauffent leurs fours pour la métallurgie et la verrerie au gaz de coke, ainsi que certains fours continus, système Hoffmann.

Comme exemple, nous donnons, dans la planche 216, de la batterie des 20 gazogènes au coke, de la Compagnie Française des Métaux, construite dans son usine de Saint-Denis, en 1883 et 1884 *(fig. 7 à 13)*. Ces 20 gazogènes sont groupés quatre à quatre, leurs gaz sont réunis et évacués par une colonne commune, qui les amènent dans un barillet (1) ou conduite générale de gaz, d'où partent quatre conduites secondaires conduisant le gaz aux

(1) Appelé aussi collecteur des gaz.

28 fours divers de l'usine. Donc, pour 20 gazogènes, il y a 5 colonnes montantes au barillet-collecteur (*fig. 10, 11, 12 et 13*).

Cette batterie de gazogènes est soufflée par un ventilateur (*fig. 7 et 8*), mais la salle des machines en renferme deux, car on trouve dans cette salle deux ventilateurs, deux petites machines à vapeur, de la force de 4 *ch* chacune, une chaudière de secours et un régulateur de pression des gaz, que nous ferons connaitre plus loin. Les choses sont ainsi disposées pour assurer le service en tout temps; les machines et les ventilateurs étant des rechanges l'un et l'une pour l'autre. La chaudière de secours ne fonctionne que quand les chaudières de l'usine sont arrêtées ou sont sans vapeur, ce qui arrive une fois ou deux, tous les deux ou trois ans. Mais ce qui est particulier à Saint-Denis, c'est que les gazogènes sont en sous-sol et que leur chambre ou salle est complètement fermée : deux galeries longitudinales en plein cintre de 3 *m* sont disposées pour le service des grilles, et deux petites galeries transversales les mettent en communication. Comme on le voit (*fig. 7*), les ventilateurs soufflent dans les galeries, de sorte que les chauffeurs, sont sous la pression du vent qui varie entre 0,008 *m* et 0,030 *m*, suivant que les grilles sont plus ou moins encombrées de cendres et de mâchefers, qui sont enlevés par un monte-charge (*fig. 9*). Pour ne pas donner de courant d'air désagréable, la prise de vent (*air*) est extérieure (*fig. 8*). Pour entrer et sortir des galeries, pour le monte-charge comme pour les hommes, il faut passer par une écluse à air; les galeries en possèdent trois. Comme la pression maxima du vent n'est que de 30 *mm* d'eau, les portes d'écluse ne sont pas à vanne d'équilibre; il suffit de tirer les portes pour sortir et de les pousser pour entrer dans les galeries; c'est donc une atmosphère artificielle qui est ainsi créée; aussi bon nombre de visiteurs ont-ils traversé les galeries sans se douter qu'elles sont soufflées.

Les gazogènes (*fig. 12 et 13, pl. 216*), sont les mêmes que ceux de la batterie n° 1 de l'usine du Landy à la Compagnie Parisienne du gaz; les cendriers sont fermés par des portes, et l'air entre dans lesdits cendriers par une vanne manœuvrée de l'extérieur. Les galeries sont éclairées par des pavés dalles en verre (*fig. 11 et 13*).

La pression du gaz reste invariable à 0,005 *m* d'eau dans les maitresses conduites de gaz, de sorte que chaque four individuellement n'est jamais influencé par la marche de son voisin, le régulateur assurant une pression invariable de 0,005 *m*, que

28, 20, 15, 10, 5 ou 1 four seulement soit en feu ; de sorte que la production de gaz est rigoureusement proportionnelle à la consommation du moment considéré (1).

Les figures 29 et 30 ci-dessous, de l'usine à gaz du Landy,

Fig. 29.

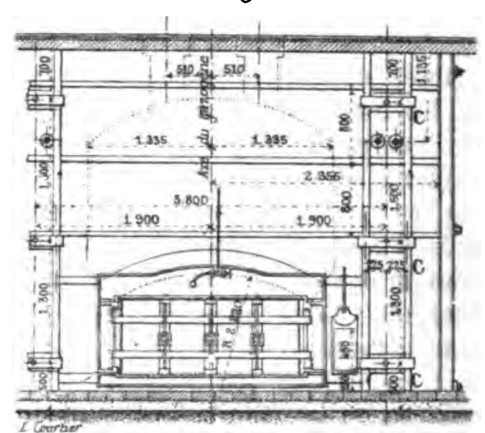
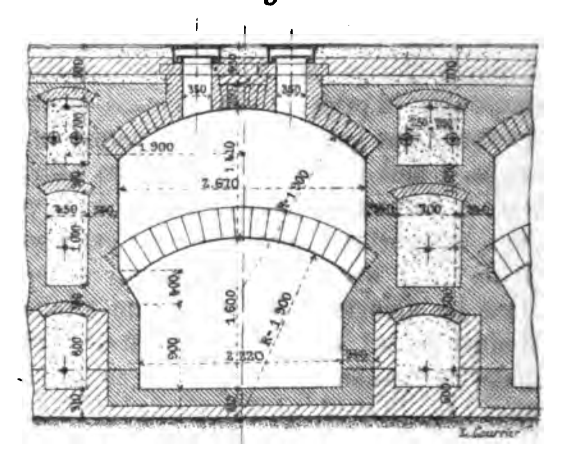


Fig. 30



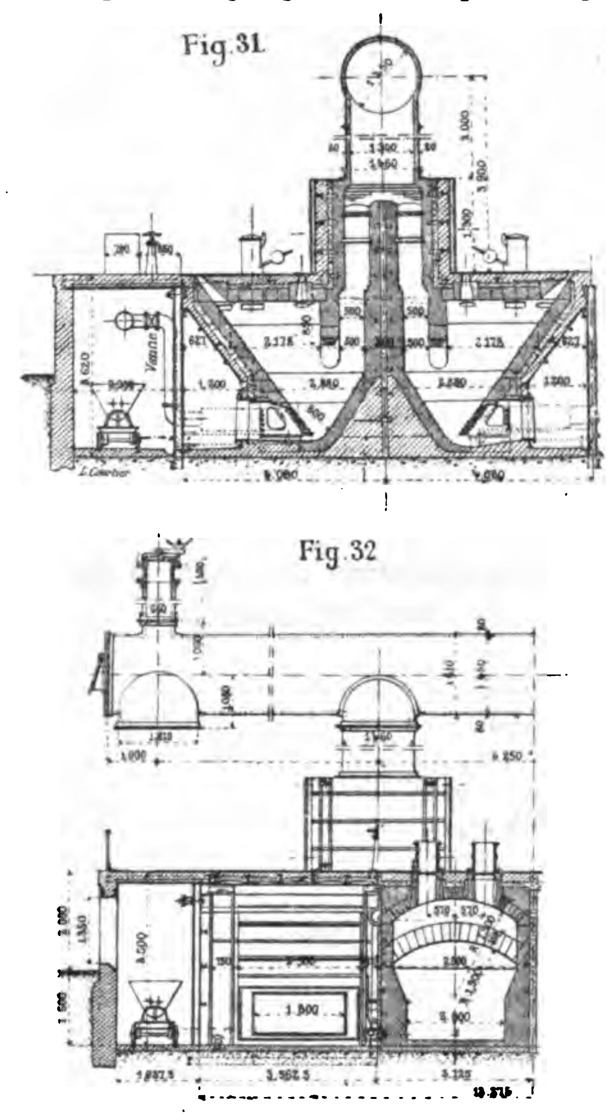
font voir les détails de construction de ces gazogènes qui sont les mêmes que ceux de Saint-Denis, sauf qu'ils ne sont pas soufflés, mais les vannes et les portes sont les mêmes, ainsi que les gueulards de chargement.

La figure 2, § 8, donne la coupe longitudinale de ces mêmes gazogènes, avec portes fermées et radier arrosé.

(1) Ici le régulateur fait fonction de gazomètre avec le grand avantage de n'avoir que 1,5 m^3 de capacité et non pas 1 500 m^3 pour n'assurer seulement que dix minutes à un quart d'heure de marche.

§ 22. — Gazogènes pour la houille Flénu.

La planche 217 *(fig. 14 à 18)*, fait voir une batterie de 32 gazogènes, par groupes de 8 gazogènes réunis quatre à quatre avec



deux colonnes montantes par groupes; la disposition générale est la même qu'à Saint-Denis, mais chaque gazogène est soufflé individuellement, donc les chauffeurs ne sont pas sous la pression du vent..

Ces gazogènes marchent à la houille Flénu à 35 0/0 de matières volatiles et 16 0/0 de cendres; les figures 14, 15 et 17 font voir des siphons à goudron et à eau ammoniacale; seul, jusqu'ici, le goudron est utilisé.

Les figures 15 et 16 font voir la disposition de la soufflerie qui, en principe, est la même qu'à Saint-Denis.

La figure 18 fait voir les prises du gaz avec épurateur pour le régulateur de pression qui est le même que celui de Saint-Denis.

Cette grande batterie a été construite à Hayange (*Lorraine*), en 1896, par notre Collègue, M. Henri de Wendel.

Les figures ci-contre, 31 et 32, donnent les détails de construction des gazogènes d'Hayange qui sont fermés par les mêmes portes que ceux de Saint-Denis et du Landy (*fig.* **29** *et* **2** *et* **3**, § 8).

Le gaz de ces gazogènes est froid et, en deux ans, ses très longues canalisations (*tuyaux*) n'ont pas demandé de nettoyage: aux deux arrêts annuels de 1897 et de 1898, on les a plutôt visités que nettoyés, car les tuyaux ne renfermaient que fort peu de poussière noire et, comme je l'ai dit, le goudron coule au siphon (*fig.* *17*) avec une grande fluidité.

§ 23. — Régulateur de pression du gaz des gazogènes.

Ce régulateur devant régler des pressions de gaz de 3 à 5 *mm* d'eau avec un écart de 1 *mm* en plus ou en moins; donc avec un écart extrême de 0,2 *mm*, soit 1/5 de millimètre d'eau, doit donc être d'une extrême sensibilité; il est représenté planches 216 et 217, figures 19 à 28, et planche 216, se trouve sa légende explicative.

Sur le point le plus éloigné de la canalisation, on fait une prise de gaz avec un cylindre épurateur (*fig.* *18*, *pl.* *217*), et par un tuyau de 80 à 100 *mm*, dit de retour, on met la canalisation en communication avec le régulateur par le tuyau E, F, G, H, I, *fig.* *19* *et* *20* : pour que l'eau de condensation, qui peut se former dans le tuyau de retour, ne puisse s'opposer au mouvement du gaz, ce tuyau, ou mieux, la conduite de retour, formée d'un grand nombre d'éléments de tuyaux pouvant avoir 100 à 200 *m* et plus de longueur, est posée avec une pente de 2 à 3 *mm* par mètre sur le régulateur, et l'eau qui s'en écoule vient s'échapper dans le pot d'un joint hydraulique par le siphon J.

La moindre variation de pression 0,0001 *m* donne, sous la cloche du régulateur *(fig. 20)* une différence de poussée de 0,300 *kg*, qui fait monter ou descendre la cloche, et comme le balancier est monté sur couteau, comme une balance de précision, il exerce une poussée de 0,300 *kg* $\times$ 6 = 1,800 *kg* sur la tige de manœuvre d'un détendeur équilibré *(pl. 217, fig. 24, 25, 26, 27 et 28)*; ce détendeur marche avec une vitesse six fois moins grande que la cloche; il est à crans *(fig. 26, 27 et 28)* qui laissent passer la vapeur graduellement et sans choc; celle-ci va faire tourner la machine du ventilateur en service, avec des vitesses plus ou moins grandes, à la demande de la consommation de gaz de l'usine. Ici on pourrait nous reprocher d'agir sur la vapeur par le laminage, que nous avons toujours condamné pour les machines de grande puissance; mais que pourrait faire la détente variable par le régulateur, sur une machine de 2 à 4 *ch*, dans une usine où on a de la vapeur dans les chaudières, qui la produisent pour 1 000, 3 000 et 10 000 *ch*? Rien. Aussi préfère-t-on perdre 25 à 30 *kg* de vapeur à l'heure, soit 4 à 5 *kg* de houille, dans une usine qui consomme 100 *t* de houille par 24 heures.

Ainsi, le régulateur est influencé par le gaz, pour régler sa production en quantité et à la demande de la consommation de l'usine, par la quantité de vent qu'il souffle dans les gazogènes, et aussi à la demande de la consommation : de sorte que si l'usine consomme beaucoup, la machine tourne très vite et le ventilateur aussi; si, au contraire, la consommation est petite au moment considéré, la machine et le ventilateur marchent à très petite vitesse.

Cette grande sensibilité est due aussi aux siphons compensateurs M *(fig. 19 et 21)*, qui assurent un poids constant à la cloche, quelle que soit sa levée, qui reste toujours parfaitement bien équilibrée à toutes hauteurs de sa course.

La pression du gaz étant réglée une fois pour toutes à 3, 4 ou 5 *mm* d'eau, celle du vent peut varier suivant : 1° les consommations plus ou moins grandes de l'usine, et 2° suivant le plus ou moins grand encrassement des grilles des gazogènes par les cendres et les mâchefers; de sorte que souvent ces deux causes d'augmentation de pression du vent s'ajoutent quoique la pression du gaz reste invariable à 1/5 de millimètre près, celle du vent varie entre 8 et 30 *mm* et pourrait monter bien au delà, si des résistances se présentaient, sans que cependant la pression du gaz pût varier, ce qui est de la plus haute importance

quand un grand nombre de fours et de machines puisent leur gaz à une source unique et commune, comme à Saint-Nicolas, à Saint-Denis, à Hayange et à Bismarkchütte, en Silésie, cités par Alexandre Gouvy, notre Collègue, dans un Mémoire que l'on trouve au Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, 3e série, tome VIII, 2e livraison 1894.

Ce régulateur remplace donc un gazomètre très heureusement, sans en avoir les inconvénients; l'espace occupé, le prix très élevé de sa très coûteuse installation, etc.

RÉPONSE

DE M. H. RICHÉ

A LA COMMUNICATION

DE

M. A. LENCAUCHEZ

SUR

LES DIVERS GAZ COMBUSTIBLES

EMPLOYÉS PAR L'INDUSTRIE

Messieurs et chers Collègues,

A la suite de la communication de notre Collègue, M. Lencauchez, sur les divers gaz combustibles employés par l'industrie, M. le Président a bien voulu, à la fin de la dernière séance, m'autoriser à répondre aujourd'hui quelques mots aux critiques qui, dans cette étude, se rapportent particulièrement à mes procédés de gazéification que nos Collègues, MM. Manaut et Roman, vous ont décrits le 3 février dernier.

M. Lencauchez, dans le chapitre xi de son mémoire, me conteste le droit d'appeler mon appareil du nom de gazogène.

« Ce gaz, dit-il, est obtenu dans un four à cornues verticales, qui n'a rien de commun avec ce que l'on est habitué à appeler gazogène et à voir sous ce nom. »

Pour mon compte, je vous avoue que j'ai longuement hésité, mais le nom de four à gaz étant employé déjà pour les fours d'utilisation, il ne m'était guère possible de l'employer; d'ailleurs, qui dit producteur dit générateur de gaz ou gazogène. Je ne puis pas appeler mon four d'un autre nom, bien qu'il me soit pénible de provoquer ainsi des confusions que je ne recherche nullement.

Discutant sur l'appareil proprement dit, au chapitre vii de son mémoire, M. Lencauchez s'exprime en ces termes :

« L'invention de M. Riché consiste : 1° à faire perdre au combustible son eau hygrométrique et de constitution; 2° à la dis-

tiller; 3° à faire passer les vapeurs d'eau et de goudron à travers le coke ou charbon produit dans des cornues verticales. »

Et chapitre XIII, il ajoute :

« M. Riché transforme ses cornues en générateurs de vapeurs, en surchauffeurs de vapeur et en producteurs de gaz à l'eau; on ne peut faire autrement que de se demander si jamais une cornue sera une bonne chaudière et un bon surchauffeur de vapeur. »

J'avoue encore que je n'avais jamais eu cette idée et que je croyais simplement, dans la partie supérieure de ma cornue, distiller le bois comme tout le monde : il est évident que les cornues en fonte seraient de très mauvaises chaudières et que leur fort diamètre serait peu avantageux pour la surchauffe. Dans mon idée, mon procédé consiste à distiller le bois en vase clos et à compléter les réactions de la vapeur d'eau produite sur le charbon de bois (qui provient d'opérations précédentes) par celles de ce même charbon sur les goudrons, les vapeurs d'alcool, d'acide, etc.

Au chapitre XIV, M. Lencauchez nous dit :

« Tout le monde sait parfaitement bien que la vapeur d'eau, chargée d'acide carbonique, attaque très énergiquement la fonte à partir de 300° ; si au mélange d'acide carbonique et de vapeur d'eau on ajoute l'acide pyroligneux, altéré ou non, à partir de 400°, on est en droit de se demander combien de temps durent les cornues de M. Riché chauffées extérieurement au rouge cerise, c'est-à-dire entre 800 et 900°, température voisine de la fusion de la fonte. »

Je répondrai d'abord que j'emploie de la fonte grise qui, d'après M. Le Chatelier, ne fond qu'à 1 200° et au-dessus. Comme tout le monde, je sais depuis longtemps que l'eau est décomposée par le fer à température peu élevée, mais je sais aussi que cette décomposition est limitée par la réduction de l'oxyde produit par l'hydrogène mis en liberté (réaction inverse de la précédente). D'ailleurs, il résulte des expériences de Debray (comptes rendus), *Encyclopédie chimique*, de Frémy, tome III, 9e cahier, page 16, que les mélanges :

H + HO, 2H + HO, 3H + HO réduisent le sesquioxyde de fer en protoxyde à la température du rouge ;

Et que les mélanges 4H + HO et les mélanges plus riches, réduisent le protoxyde à l'état de fer métallique.

L'acide carbonique attaque le fer à froid et à l'air humide; mais à chaud il est absolument sans action tant que ce fer n'est pas fondu; quant à l'acide pyroligneux, il est certainement détruit par le seul effet de la température intérieure de la cornue, puisque les gaz qui en sortent sont neutres au tournesol; d'ailleurs, si son mélange avec la vapeur d'eau et l'acide carbonique était si corrosif que l'indique M. Lencauchez, il y a longtemps que les fabriques d'acide acétique auraient dû cesser de fabriquer. à moins qu'elles n'aient pu suivre l'exemple des usines à gaz et adopter les cornues en terre réfractaire. Ce qui a guidé ces dernièrés dans la substitution des cornues en terre aux cornues métalliques, c'est l'avantage qu'elles y ont trouvé de pouvoir profiter des progrès du chauffage par les gaz, et de faire des économies de combustible tout en obtenant, par l'emploi des accumulateurs à empilages de briques, les hautes températures de 1 400 à 1 500° qui sont nécessaires pour distiller industriellement la houille.

Il est assez probable que la substitution eût été moins heureuse dans le cas de distillation du bois ou d'autres combustibles du même genre; sans chercher bien loin, j'en trouve une preuve dans ce que nous dit M. Lencauchez à son chapitre V, sur le gaz à l'eau, au sujet des essais faits il y a quelques années dans certaines usines à gaz d'éclairage, en vue de production d'un gaz de chauffage pour tous usages, y compris l'éclairage par incandescence. Je pense que la raison qui a fait renoncer à ces essais est que les cornues de terre réfractaire devaient être intérieurement très fortement refroidies par l'absorption de 15 calories par équivalent de 6 g de carbone gazéifié et que, l'extérieur des cornues étant à 1 500°, le coke contenu devait être noir, par suite de l'impossibilité de faire passer au travers des parois épaisses et peu conductrices, la masse énorme de calorique exigée par la réaction.

Si, en effet, nous admettons les chiffres déduits par M. Lencauchez (dans son ouvrage sur *les Combustibles en général*, § 166), d'un procès-verbal d'expériences faites par MM. Morin et Tresca sur un récupérateur Gaillard et Haillot, nous trouvons que la quantité de calorique transmis par heure et par mètre carré de surface léchée par les flammes, avec une différence de température de 700°, a été de 1 050 calories, ce qui correspond à une gazéification horaire de $\frac{1\,050 \times 6}{15} = 420\ g$ de carbone.

Cela, en admettant encore que les cornues à gaz, malgré une épaisseur de parois quadruple de celle des briques creuses des récupérateurs Gaillard et Haillot, soient dans d'aussi bonnes conditions que cet appareil, ce qui ne saurait être, puisqu'il ne peut pas y avoir, dans leur cas, de mouvement rationnel des fluides au contact des parois.

La distillation de la houille, résultant surtout d'un effet pyrométrique et absorbant peu de calorique, se fait donc très bien en cornues réfractaires; il n'en serait plus du tout de même de celle du bois, qui, à cause de la grande quantité d'eau hygrométrique et d'eau de constitution qu'il contient, absorbe beaucoup de chaleur. C'est la raison pour laquelle les fabriques d'acide pyroligneux emploient encore exclusivement aujourd'hui les cornues métalliques et celle aussi pour laquelle je suis obligé de faire de même, puisque les réactions que je cherche à produire exigent beaucoup plus de chaleur encore.

Leur emploi est possible, en effet, et, quoi qu'en pense M. Lencauchez, je n'ai pas besoin absolument de porter la paroi extérieure à 1 500° pour produire intérieurement la température de 800 à 900° qui m'est nécessaire pour obtenir les réactions convenables.

Je suppose, en effet, l'emploi du bois à 25 0/0 d'eau, sa composition sera :

Eau hygrométrique	25 0/0
Ligneux physiquement sec	75 —

Si j'admets pour ce ligneux la composition moyenne suivante :

C.	50
H.	6
O.	41
Az.	1
Cendres	2
	100

et si, pour me mettre dans le cas le plus défavorable, j'admets :

1° Que tout l'oxygène du ligneux est d'avance à l'état d'eau dans les principes immédiats du bois;

2° Que les gaz sortants pèsent le même poids que le bois humide employé ;

3° Que ces gaz s'échappent à la température la plus élevée qui soit nécessaire, soit 900° ;

4° Qu'il ne se produise pas d'acide carbonique, mais uniquement de l'oxyde de carbone par la réaction qui développe dans les cornues le minimum de calorique.

Je pourrai calculer comme suit, d'abord la quantité de calorique à faire passer par heure au travers de la paroi, puis la température extérieure de cette paroi, la température intérieure étant fixée à 900°.

Normalement, la cornue distille par heure 12 *kg* de bois, il faudra donc fournir en calorique :

	Calories.
1° Chaleur nécessaire à la vaporisation, puis à la dissociation de l'eau hygrométrique $\frac{25}{100} \times 12 \times \frac{34\,462}{9} =$	11 487
2° Chaleur nécessaire à la vaporisation, puis à la dissociation de l'eau chimique du ligneux, soit : $\frac{1}{100}\times\left(\frac{41\times 9}{8}=46\right)\times\frac{75}{100}\times 12\times\frac{34\,462}{9}=\frac{46\times 34\,462}{100}=$	15 852
3° Chaleur nécessaire pour élever à 900° les divers produits gazeux (pesant moins de 12 *kg*): $12\times 900\times 0{,}24=$	2 592
	29 931
Dont il faut déduire le calorique produit intérieurement par la combustion de $\frac{75}{100}\times 12\times 0{,}50 = 4{,}500$ *kg* de carbone en oxyde de carbone, soit $4{,}5 \times 2\,473 =$	11 128
Reste donc à fournir	18 803

La surface de chauffe totale de la cornue étant :

$$S = \Pi\times 0{,}3\times 1\,m + \Pi(0{,}15+0{,}08)\times 1\,m = \Pi(0{,}30+0{,}15+0{,}08)$$
$$S = 3{,}14 \times 0{,}53 = 1{,}664\ m^2.$$

On peut calculer la température à laquelle il faut maintenir la surface extérieure de la fonte, pour que, malgré l'absorption horaire de 18 803 calories, la température intérieure soit à 900°, à l'aide de la formule :

$$M = \frac{C(t-t')}{e}.S,$$

dans laquelle :

M = 18803 calories;
C, coefficient de conductibilité de la fonte = 28 d'après Péclet;
S, surface de chauffe = 1,664 m^2;
e, épaisseur de la fonte = 0,02 m;
t', température intérieure = 900;
t, température extérieure à déterminer.

Il vient :

$$t = 900 + \frac{18803 \times 0,02}{28 \times 1,664} = 900 + \frac{376,06}{46,592} = 908^\circ.$$

Il est à remarquer que la chaleur se transmet ici uniquement par conductibilité à cause du charbon qui remplit la cornue, charbon dans lequel le gaz filtrant en minces filets, se lamine et se brasse pendant toute la course.

En fait, à l'aide d'un pyromètre Maxant, j'ai relevé intérieurement, dans l'axe même de la cornue, la température de 900° pendant les dix premières minutes de la distillation ; le pyromètre est descendu ensuite progressivement jusqu'à 800° au minimum, puis est remonté à 840° à la fin de l'opération.

La température de la gaine de chauffage de cette même cornue, relevée avec le même pyromètre quelques instants après, a été trouvée de 930°.

Rendement de l'appareil.

Au chapitre XI de son mémoire, M. Lencauchez dit :

« Le four est chauffé comme un four à cornues ordinaires de 2—8—12 cornues, selon son importance, mais au lieu de brûler 150 *kg* de houille par tonne de bois distillé, il en dépense $\frac{550}{1,362}$ = 403,8 — au lieu de produire 235 *kg* de charbon de bois, dense et sonore, il n'en donne que 152 *kg*, et, au lieu de produire 318 m^3 de gaz, il en donne 833. » Plus loin, il ajoute : « Par ce chauffage, la houille employée ne rend que 25 0/0 d'effet utile, comme pour tous les chauffages de cornues, principalement celles du gaz d'éclairage qui ont été le plus étudiées ; or, le four de M. Riché, disposé pour ne pas donner son coup de feu aux cornues en fonte, est loin d'avoir un rendement ou effet utile de 25 0/0. »

J'ai déjà montré la différence essentielle qu'il y a, pour mon système, entre les cornues réfractaires distillant la houille et les cornues en fonte, verticales, distillant le bois au travers d'une couche importante de charbon précédemment produit, mais il est facile, en s'appuyant sur les données mêmes des essais faits à la Scierie française de Calais, qui font la base des calculs de M. Lencauchez, de montrer effectivement que le rendement de mon four est supérieur à 25 0/0.

En effet, si l'on déduit des 403,9 *kg* de houille employée pour distiller 1 000 *kg* de bois, les 152 *kg* de charbon de bois produit, il reste une dépense de 403,9 — 152 = 251,9 *kg* en houille grasse deuxième choix, à 12 0/0 de cendres environ (soit, d'après le tableau page 103 de l'ouvrage de M. Lencauchez sur les combustibles, à puissance calorifique égale à 6 600).

Il y a donc, de ce fait, une dépense de 251,9 × 6,600 =	1 662 540
D'autre part, le bois distillé étant de l'aubier de sapin écorcé et flotté sorti du canal depuis quelques jours à peine, si on le compte comme bois vert d'hiver à six semaines de coupe, sa puissance calorifique étant (paragraphe 5 de la note de M. Lencauchez) 2 640, la dépense de ce côté est de . . . . 2 640 × 1 000 =	2 640 000
Soit au total.	4 302 540

Mais on a produit 833 m^3 de gaz à 3 000 calories, ce qui fait 833 × 3 000 = 2 499 000 calories et le rendement est, par conséquent :

$$\frac{2\,499\,000}{4\,302\,540} \times 100 = 58\ 0/0.$$

Si, d'autre part, on tient compte des avantages indiscutables de l'emploi d'un gaz à forte puissance calorifique sur les combustibles solides, liquides ou autres, avantages qui sont, du reste, bien reconnus par M. Lencauchez, on reconnaîtra que le rendement est assez satisfaisant puisqu'il se rapproche de celui des chaudières à vapeur.

Il pourra, du reste, probablement être augmenté puisque, par des dispositions simples, il serait facile de protéger le gazogène contre les refroidissements extérieurs en vue desquels aucune précaution n'avait été prise à Calais.

De même il y aura certainement un bénéfice notable à récupérer une partie des chaleurs perdues par les gaz de la combus-

tion qui s'échappent à très haute température. C'est ce que j'espère prouver à bref délai, à Levallois, aux ateliers de la Compagnie de l'Ouest où je vais utiliser les chaleurs perdues pour la production de vapeur très surchauffée qui me donnera la gazéification totale des déchets de bois, sciures, frisures, etc., qui seront employées à la distillation.

Enfin, dans certains cas, j'espère pouvoir chauffer les cornues avec les chaleurs perdues des fours d'utilisation, même du gaz produit. Le prix de revient de ce dernier pourra alors devenir assez bas pour qu'il lui soit permis, concurremment avec les gaz de gazogènes ordinaires, d'être employé à la métallurgie, à la verrerie, etc.

J'ai déjà fait, dans ce sens, des essais d'une certaine importance qui m'assurent presque du succès ; si je réussis, ce que je saurai à bref délai, je me ferai un devoir et un plaisir de réserver à notre Société ma première communication sur ce sujet.

Qualités du gaz.

Au paragraphe 11 de son mémoire, M. Lencauchez, se basant sur l'affirmation qu'il fait assez gratuitement que la température du charbon qui remplit mes cornues ne dépasse pas 500 à 550°, explique que la seule réaction qui puisse se produire est celle qui, avec la vapeur d'eau et le charbon, donne de l'acide carbonique :

$$C + 2HO = CO^2 + 2H.$$

« La preuve évidente, dit-il, de ce que les cornues de M. Riché sont très peu chauffées, c'est la grande quantité d'acide carbonique trouvée dans son gaz, soit 21 0/0. »

Bien que les chiffres cités par M. Lencauchez soient relatifs aux expériences faites à Calais les 28, 29, 30 juillet 1898, tandis que l'analyse des gaz faite par M. Chevanon se rapporte à un échantillon pris à Lisors à une époque assez antérieure et au cours d'une opération pendant laquelle, ainsi que le disent MM. Vigreux et Bardolle, « un gazogène à cornues jumelles (type abandonné depuis), était poussé à sa production maxima », on peut admettre que le gaz de Calais n'était pas meilleur que celui de Lisors.

Malgré cela, il faudra bien reconnaître que la réaction $C + HO = CO + H$, qui exige la température de 800 à 900°, et que

M. Lencauchez croit impossible, s'est faite au moins pour un certain nombre d'équivalents.

En effet, les 833 m^3 de gaz produits peuvent être considérés, comme l'indique M. Lencauchez, comme composés de :

1° 318 m^3 de gaz de distillation;

2° 515 m^3 de gaz à l'eau.

Or, d'après le tableau 3, chapitre XVI, les 318 m^3 de gaz de distillation contiennent 25,7 0/0 de CO^2, soit déjà, de ce côté, $25{,}7 \times 3{,}18 = 81{,}7\ m^3$. Si, d'autre part, pour plus de commodité, nous écrivons la première réaction (à 11 calories) en notations atomiques :

$$C + 2H^2O = CO^2 + 2H^2,$$

nous voyons que le gaz à l'eau qu'elle donne est formé en volume de 1/3 d'acide carbonique (une molécule sur trois). Si donc cette réaction était la seule possible, on obtiendrait de ce fait $\frac{515}{3} = 172\ m^3$ de CO^2, ce qui ferait, au total, $81{,}7 + 172 = 253{,}7\ m^3$, soit $\frac{253{,}7 \times 100}{833} = 30{,}4$ 0/0 au lieu des 21,3 trouvés par M. Chavanon, ce qui ne peut s'expliquer que si l'on admet qu'une partie au moins du carbone a donné la réaction à 15 calories.

D'ailleurs, l'analyse de M. Chavanon indique une teneur de 22 0/0 en oxyde de carbone, ce qui fait : $\frac{22 \times 833}{100} = 183\ m^3$ de ce gaz. Comme le gaz de distillation n'a pu en donner que $\frac{22{,}7 \times 318}{100} = 72\ m^3$, il est clair que les 111 m^3 de différence n'ont pas pu avoir d'autre provenance que les réactions :

$$C + HO = CO + H$$

ou :

$$CO^2 + C = 2CO$$

ce qui démontre que, même en marche forcée, la température intérieure de la cornue atteignait 800 à 900°, malgré la masse de vapeur et de gaz à surchauffer.

En marche normale, la cornue produisant régulièrement 7 à 8 m^3 de gaz àl'heure, j'ai souvent constaté des teneurs inférieures à 10 et même 5 0/0 de CO^2.

M. Lencauchez, citant l'analyse de M. Chavanon dans son tableau 3 et la reproduisant, d'ailleurs, d'après l'ouvrage de MM. Vigreux et Bardolle, s'étonne de voir que le méthane C^2H^4

est indiqué pour une teneur de 124 0/00 sur 833 m^3 produits par une tonne de bois. Il doit y avoir erreur d'analyse, dit-il, car, puisque les 334 m^3 de gaz que la tonne de bois donnerait à la distillation simple (1re colonne, tableau 3) ne contiennent que $\frac{334 \times 125}{1\,000} = 41,75$ m^3; dire que les 833 m^3 produits par la distillation renversée contiennent encore 124 0/00 de C^2H^4, c'est trouver $\frac{833 \times 124}{1\,000} = 103$ m^3 de ce gaz, c'est-à-dire deux fois et demie plus de méthane que le bois n'en peut donner.

M. Lencauchez oublie ainsi que nous ne distillons pas seulement le bois, mais encore les goudrons qu'il estime lui-même à 145 *kg* par tonne de bois, l'acide acétique, l'alcool, etc., qui peuvent bien laisser aussi un peu de leur hydrogène associé au carbone.

Charbon de bois produit.

Chapitre v, M. Lencauchez établit que les bois de siccité moyenne (à 20 0/0 d'eau hygrométrique), employés par les fabricants d'acide pyroligneux, donnent à la distillation :

Charbon de bois de bonne qualité	250 *kg*
Gaz combustibles de distillation.	334
Eaux *acides* de condensation.	336
Goudron brut	80
	1 000 *kg*

Il en déduit que si mes cornues pouvaient être chauffées intérieurement à 800 ou 900°, les 336 *kg* d'eau seraient décomposés selon la réaction :

$$C + HO = CO + H,$$

et gazéifieraient $\frac{336 \times 6}{9} = \frac{672}{3} = 224$ *kg* de carbone, c'est-à-dire la totalité du charbon de bois ne laissant dans la cornue que de la cendre.

M. Lencauchez ne tient pas compte encore ici du carbone abandonné par les 80 *kg* de goudron et l'importante partie goudronneuse, acide et alcoolique, des 336 *kg* d'eau qu'il suppose être de l'eau pure.

De ce qu'il me reste 152 *kg* de charbon de bois par tonne distillée, il déduit que je n'ai pu faire que la réaction qui donne l'acide carbonique, et il décrète que « le charbon de bois obtenu dans de telles conditions est léger et poreux, ce qui en fait une véritable braise de boulanger sans valeur commerciale réelle.

Il en serait bien ainsi si les goudrons n'étaient pas décomposés, mais le carbone naissant qu'ils déposent s'incruste dans les pores du charbon de bois et limite la réaction de la vapeur d'eau à la surface des fragments, de sorte qu'au lieu d'un charbon friable, d'une braise ultra-légère, j'obtiens réellement un charbon plus dense et plus compact que ne l'est d'ordinaire le meilleur charbon de forêt. On peut, du reste, s'en rendre compte par les quelques échantillons que je soumets à la Société et qui proviennent d'essais sur divers bois faits à la ferme de M. Cox, à Souk-Ali, près de Boufarik, en Algérie.

Il est évident que, quand le bois distillé est vieux, partiellement pourri, quand il est composé uniquement de sciures, frisures, etc., je ne puis avoir aucune prétention de faire du bon charbon; mais alors, par addition supplémentaire de vapeur d'eau dans les cornues, je puis transformer cette braise en gaz et diminuer ainsi le prix de revient de celui-ci en augmentant la quantité produite.

Destruction des sous-produits.

M. Lencauchez ne peut s'expliquer l'intérêt qu'il peut y avoir à détruire, comme je le fais, l'acide acétique, l'alcool méthylique, l'acétone, les goudrons, etc., que pourrait produire le bois que je distille; ces corps, dit-il, valent depuis 0,25 *f* jusqu'à 3 *f* et plus le kilogramme, et leur destruction, pour en faire du gaz à 0,02 *f* le mètre cube, semble, à première vue, une hérésie industrielle.

Comment M. Lencauchez peut-il alors recommander ensuite les gazogènes à combustion, au bois, dont la consommation est forcément plus forte pour un même travail utile, du moins en bois consommé? A ce compte, n'est-il pas aussi bien déplorable d'user des houilles grasses ou non sur les grilles des chaudières à vapeur et d'inonder les villes de la fumée noire qui en résulte, ou bien encore de consumer cette même houille dans des gazogènes à barrages ou autres, alors que, par la distillation en cor-

nues, on en pourrait tirer tant de beaux produits utiles : benzine, naphtaline, anthracène, etc.

Est-ce cette considération qui fait généralement préférer, pour les gazogènes aerhydriques, l'emploi des anthracites de choix, ou n'est-ce pas plutôt l'impossibilité où l'on serait d'épurer suffisamment les gaz ?

Quoi qu'il en soit, je crois qu'il serait difficile de trouver acheteur, à quelque prix que ce soit, de ces produits chimiques de consommation limitée et que les usines à pyroligneux, les usines à gaz et les fours à coke fournissent en quantités dépassant souvent les demandes. Ayant fabriqué moi-même l'acide acétique pendant quelques années, je sais malheureusement ce que l'on y peut gagner. Aujourd'hui, les usines les mieux montées paient à peu près leur bois par la vente du charbon de bois et, malgré cela, les produits chimiques deviennent si difficiles à vendre que les frais généraux et la main-d'œuvre suffisent à absorber tous les bénéfices et sont même difficilement couverts.

Des emplois du gaz.

Dans son chapitre XI, M. Lencauchez s'exprime ainsi : « Il fut un temps où on faisait du gaz riche de schistes, de cannel-coal, de houille à gaz, de lignites, de tourbe et de bois ; mais aujourd'hui on ne fait plus qu'un seul gaz d'éclairage en France et sur le continent : le gaz de houille. Son plus grand mérite est d'exister depuis longtemps et de posséder de grandes usines parfaitement montées, car, par l'incandescence, tous les gaz sont bons, avec le bec Auer, même celui des gazogènes dont le pouvoir éclairant est nul. »

Nous ne déclarons évidemment pas la guerre aux Compagnies gazières, mais puisqu'elles font aujourd'hui bien souvent, avec leur gaz de houille, de l'éclairage par l'incandescence ou par l'électricité ; puisqu'elles ont essayé, à diverses reprises et dans divers pays, la fabrication du gaz à l'eau comme gaz de chauffage et de force motrice, nous gardons l'espoir de rendre un jour nos procédés intéressants pour ces Compagnies qui ne pourraient pas, croyons-nous, utiliser les gaz de gazogènes à cause des dimensions considérables qu'elles devraient donner à leurs canalisations qui seraient toutes à refaire.

N'insistant pas sur l'éclairage, je n'insisterai pas davantage

Procès-verbal des essais faits à Lisors (Eure), le 5 février 1898, sur un moteur à gaz Charon fonctionnant au gaz Riché.

Le moteur employé était un moteur *Charon*, type C (n° 304), de 12 *ch*. Ce moteur fonctionnait avec du gaz *Riché* au bois, contenant 18 0/0 d'acide carbonique et 22 0/0 d'oxyde de carbone; pression au gazomètre, 50 *mm* d'eau.

		HEURE	CHARGE RÉELLE	INDICATIONS du COMPTEUR	CONSOMMATION OBSERVÉE	CONSOMMATION par HEURE	NOMBRE DE TOURS	FORCE SUR L'ARBRE	CONSOMMATION par CHEVAL-HEURE
Essais au frein de Prony (le bras de levier du frein reposant sur une bascule). Tare du frein = 5,500 *kg* = P'. $T = \frac{\pi N}{30 \times 75} \times P \times L$ $L = 2,02\ m \qquad P = P' - 5,500\ kg$ $T = \frac{3,1416 \times 2,02\ m}{30 \times 75} \times P \times N$ $T = 0,00282 \times P \times N$	Essais faits sans interruption et lectures effectuées de 15 en 15 minutes.	12 40	30 *kg*	231 865			164		
		12 55	»	234 100	2 835		164		
		1 10	»	237 490	2 790	11,265 m^3	165	13,95 *ch*	807,4 *l*
		1 25	»	240 270	2 780		165		
		1 04	»	243 130	2 860		165		
		1 45	14,500 *kg*	243 820			168		
		2 00	»	245 825	2 005		»		
		2 15	»	247 835	2 010	8,050 m^3	»	6,87 *ch*	1 171 *l*
		2 30	»	249 900	2 015		»		
		2 45	»	251 865	1 965		»		
		2 45	22,500 *kg*	251 865			161		
		3 00	»	254 170	2 305	9,340 m^3	167	10,46 *ch*	892,9 *l*
		3 15	»	256 135	2 365		167		
Essai au frein à cordes. 1,80 = D = diam. du volant. 0,03 = *e* = épaisseur de la corde. $T = 0,0012768\,(P - p)\,N$		3 45	15 *kg*	257 590	1 565		170		
		4 00	»	259 155	1 525	6,180 m^3	»	8,25 *ch*	1 901 *l*
		4 15	»	260 680			»		

Les essais ont été faits sans interruption ni arrêt du moteur. Pour clôturer, le moteur a été chargé à la charge normale et déchargé brusquement, ce qui a pu être fait sans variation sensible de vitesse.

sur les grands chauffages industriels, puisque je n'ai pas encore pour cela d'exemple pratique à vous citer.

Je comparerai donc simplement et brièvement le gaz de bois de mes appareils avec le gaz de houille et le gaz à l'eau d'une part; avec le gaz de gazogène et le gaz de haut fourneau d'autre part.

« Comme on le sait, dit M. Lencauchez (chapitre II), plus un gaz est riche (en calories au mètre cube), plus sa puissance balistique est grande, — plus un gaz est pauvre, plus sa compression préalable doit être élevée pour bien l'utiliser. » Et plus loin il ajoute : « De là l'infériorité des gaz pauvres comparés au gaz riche comme le gaz d'éclairage. » Nous aurions voulu voir ajouter : « ou le gaz à l'eau et le gaz de bois à distillation renversée. »

Le coefficient de rendement thermique établi par le tableau 1 de M. Lencauchez est basé sur un chiffre de consommation par heure et par cheval beaucoup trop élevé et, par suite, n'est pas exact. J'ai pu souvent abaisser la consommation au-dessous de 900 *l*, et MM. Vigreux et Bardolle citent, pages 108-109, un essai au frein de plusieurs heures, contrôlé par de nombreux Ingénieurs, dans lequel cette consommation s'est abaissée au-dessous de 807 *l* au lieu de 1150 *l* que M. Lencauchez prend comme moyenne de comparaison.

En comptant mon gaz de bois a 3000 calories, j'ai donc obtenu un rendement mécanique supérieur même à celui du gaz de ville, ce qui peut s'expliquer, je crois, assez aisément, par la combustion plus rapide et plus complète des gaz contenant peu ou point de carbures d'hydrogène complexes, susceptibles de donner de la fumée. La cartouche gazeuse dont parle M. Lencauchez ne peut pas brûler, comme il le dit, comme le mélange ancien de charbon, de soufre et d'azotate de potasse. La détente, le refroidissement par les parois, la dilution dans les gaz de combustion ont tôt fait d'éteindre la flamme qui ne contient pas, comme la poudre, des grains solides composés en proportion convenable, de combustible et de comburant. L'explosion, pour être bonne, doit donc être vive, et c'est pour la produire telle que l'on a augmenté la compression et que l'on recherche souvent l'étincelle électrique aussi chaude que possible. La combustion de mon gaz étant plus facile, j'obtiens, avec une même compression préalable, une pression initiale plus forte et par suite un meilleur diagramme, et cela est prouvé par ce fait que j'ai pu souvent obtenir avec un moteur donné convenablement

réglé, une puissance effective au frein supérieure à celle développée par l'emploi du gaz de houille.

Le gaz de houille, d'ailleurs, n'est pas à la portée de tout le monde ; mes appareils, au contraire, peuvent se construire partout et ils ont, comme les usines à gaz, l'avantage de fournir un gaz toujours semblable à lui-même, tandis que M. Lencauchez reconnaît lui-même dans son chapitre XIX, qu'il n'en est pas de même des hauts fourneaux (véritables gazogènes) ni des gazogènes par conséquent, les variations étant de 969 calories à 1 471 calories au mètre cube. « Ces irrégularités, dit-il, ont été jusqu'ici désastreuses pour les moteurs à gaz », et cela se comprend, car si tous les éléments du moteur sont calculés pour l'emploi du gaz pauvre, lorsque le gaz variera et deviendra plus riche, les explosions seront beaucoup plus fortes et fatigueront le moteur, le détruiront même, s'il n'a pas la résistance suffisante, et si les variations de qualités sont considérables, comme cela pourrait être si l'on passait du gaz mixte au gaz à l'eau.

Dans son chapitre XVII, M. Lencauchez, comparant les rendements en force motrice que l'on pourrait obtenir par les divers systèmes avec les combustibles employés dans les expériences de Calais, fait une longue série de calculs desquels il résulte que le gaz de bois à distillation renversée fabriqué à Calais perd en calorique 36,5 0/0, mais, grâce à sa puissance calorifique élevée ne perd en réalité que 23 0/0 sur la force motrice que pourrait développer un bon gazogène aerhydrique.

Les résultats obtenus par moi à Calais, ont été constatés par une marche réelle de 48 heures, constamment contrôlée, tandis que ceux que nous énonce M. Lencauchez pour bons gazogènes à combustion ne sont que des spéculations théoriques qu'aucun essai au frein ne vérifie. La comparaison serait plus intéressante, si M. Lencauchez voulait la faire pratiquement, ce qui serait facile.

En terminant, je dois m'excuser d'avoir été obligé de parler un peu trop personnellement. J'ai été surpris des appréciations sévères de notre Collègue sur mon procédé. Les appareils à vapeur étudiés depuis longtemps, sont presque arrivés à la perfection, les gazogènes à gaz pauvres leur font une concurrence souvent heureuse et rendent de grands services à l'industrie, tout comme le gaz de houille le fait pour les usages domestiques.

Entre ces divers systèmes longuement étudiés, je réclame simplement une petite place pour mon procédé relativement très jeune, encore peu connu, mais qui cependant, a déjà suffisamment d'applications heureuses pour me permettre d'espérer qu'il tiendra les promesses que font pour lui les personnes amies qui ont bien voulu m'encourager de leur confiance et me soutenir dans les luttes du début.

OBSERVATIONS

DE

M. F. MANAUT

M. Manaut indique que M. Riché ayant réfuté le mémoire de M. Lencauchez au point de vue technique, il se contentera pour sa part de répondre à ce mémoire en ce qui concerne la question d'utilisation industrielle des gazogènes.

En commençant sa critique du gazogène Riché, M. Lencauchez s'est posé l'interrogation suivante : « Cette invention est-elle heureuse, bonne, médiocre ou fâcheuse? « Et il a ajouté : « C'est ce que nous allons examiner ». Mais en réalité il s'est étendu sur des considérations à côté, et n'a pas répondu aux conclusions de la communication de MM. Manaut et Roman.

M. Manaut formule les demandes auxquelles M. Lencauchez n'aura qu'à répondre s'il veut vider ce débat industriel.

1° Nous avons affirmé que le gazogène Riché était supérieur aux autres gazogènes, tout d'abord parce qu'en dehors du gazogène proprement dit il ne comprenait aucun appareil accessoire, ni chaudière, ni épurateur, ni ventilateur, etc., avant le gazogène ou entre le gazogène et le gazomètre. Faisons-nous erreur sur ce point?

2° Nous avons affirmé que le gazogène Riché offrait, en tant qu'appareil et en tant que continuité de fonctionnement une sécurité plus grande que tous autres gazogènes et qu'il offrait également plus que tous autres gazogènes, la possibilité de faire varier, dans des limites très étendues, la puissance de production d'un appareil déterminé, parce qu'il se trouvait en somme constitué par la juxtaposition d'un certain nombre d'éléments indépendants que l'on peut isoler à volonté et que la mise hors service de l'une des cornues pour une raison quelconque pouvait d'autant moins affecter l'ensemble de l'installation que les gazogènes Riché sont toujours construits avec des cornues supplémentaires de secours qui sont inutilisées en marche normale. Faisons-nous erreur sur ce deuxième point?

3° Nous avons affirmé que le gazogène Riché apportait, au point de vue de l'installation première, une économie sur tous

autres gazogènes, en raison de ce que le gaz fourni par cet appareil ayant une puissance calorifique de 3 000 calories alors que celle des gaz pauvres ordinaires varie entre 1 300 et 1 500 calories, pour une même installation et toutes conditions de fonctionnement restant égales, il faut avec le système Riché, d'une part, un gazomètre plus petit, d'autre part, des canalisations plus faibles, et enfin, et c'est le point le plus important, des moteurs moins forts et moins lourds. Tout le monde sait qu'un moteur construit, par exemple, pour faire 100 *ch* avec du gaz de ville ne donne guère que 70 à 75 *ch* avec du gaz pauvre ordinaire; ce même moteur ferait normalement 100 *ch* avec le gaz Riché, ce qui exige, par suite, des moteurs moins chers pour une puissance égale à produire. Avons-nous fait erreur sur ce troisième point?

4° Nous avons affirmé que le gazogène Riché pouvait distiller des déchets de bois quelconques et qu'on pouvait le chauffer avec des charbons absolument quelconques, ce qui permet non seulement d'utiliser des charbons de qualité inférieure mais encore de changer à tout instant si on le veut et si cela est nécessaire la nature du combustible. En regard de cet avantage du gazogène Riché nous faisions ressortir que les gazogènes à gaz pauvre exigeaient tous, non seulement un charbon de qualité spéciale mais encore et surtout la constance dans la qualité du charbon exigé.

Peut-on nier que, généralement, lorsqu'on demande une garantie effective à un constructeur de gazogènes ordinaires ce dernier ne commence par demander un échantillon du charbon qui doit être employé en indiquant après analyse qu'il peut donner telles ou telles garanties avec ce charbon, mais avec ce charbon seulement, et qu'il ne peut rien garantir pour l'emploi d'un charbon quelconque? Peut-on nier également que les encrassements et les entraînements de goudron qui sont si désagréables et si gênants avec les gazogènes ordinaires sont expliqués précisément par les constructeurs de gazogènes par la différence de qualité entre les charbons employés? Et faut-il citer les gazogènes qui ont dû être enlevés après un temps plus ou moins long de fonctionnement parce qu'on ne pouvait remédier complètement à ces inconvénients qui avaient parfois pour conséquence, la mise hors service des moteurs alimentés par ces gazogènes?

5° Enfin, nous avons affirmé que le gazogène Riché, qu'il n'était du reste intéressant d'installer, à notre avis, que dans certains

cas déterminés et non pas toujours et partout lorsqu'on a besoin de force motrice, pouvait dans certaines circonstances plus particulièrement favorables, donner un gaz, essentiellement propre à la force motrice, et dont le prix de revient pouvait, non seulement être de zéro, mais être négatif; ce qui revient à dire que celui qui produirait ce gaz dans ces circonstances, non seulement l'aurait pour rien, mais réaliserait encore un bénéfice par le fait seul qu'il le produirait. Nous avons cité des faits précis, des installations qui existent, des chiffres réels. Nos affirmations sont-elles contestables?

Nous avons dit encore sur ce même point que dans les cas tout à fait ordinaires, le gazogène Riché était plus économique, toutes choses égales d'ailleurs, que les gazogènes ordinaires. Nous l'expliquions en indiquant que le charbon de bois obtenu dans les cornues comme sous-produit de la distillation peut payer le bois distillé et qu'il ne nous restait à considérer, par suite, que la dépense en charbon; nous ajoutions que cette dépense était au maximum (les garanties données sont formelles) de 550 *g* par mètre cube, (le charbon sortant de la mine, humidité et cendres comprises), ce qui correspondait à environ 500 *g* seulement par cheval puisque le cheval-heure avec moteur à gaz « Charon » n'exige que de 800 à 900 *l* de gaz Riché lorsque le moteur marche à pleine charge. Quel est le gazogène à gaz pauvre qui peut garantir actuellement une consommation maxima de 500 *g* de charbon ordinaire par cheval-heure (cendres et humidité non déduites)? Nous disons de charbon ordinaire car il s'agit bien ici du charbon de qualité inférieure, du tout-venant industriel et non point d'anthracites de qualités spéciales que l'on se procure difficilement et qui coûtent très cher. Ces chiffres sont-ils erronés?

M. Lencauchez a laissé entendre au cours de sa communication que les moteurs à gaz riche que l'on garantit comme ne devant consommer que 500 *l* à pleine charge consomment davantage en réalité, surtout lorsqu'ils sont tant soit peu usés. M. Manaut proteste contre cette affirmation qu'il déclare être absolument erronée. Tous les moteurs à gaz « Charon » d'une puissance supérieure a 8 *ch*, livrés jusqu'à ce jour, l'ont été avec la garantie formelle de 500 *l* à pleine charge et l'on ne saurait citer une seule de ces machines qu'on ait été obligé d'enlever ou de reprendre pour excès de consommation. M. Manaut pourrait citer à ce sujet des centaines d'essais faits par les Ingénieurs les plus éminents, mais il ne s'arrêtera qu'aux deux suivants :

En mars 1896 un moteur de 60 *ch* était installé à Tergnier par la Compagnie des Chemins de fer du Nord pour l'éclairage de la gare. Quatorze mois après, le moteur ayant fonctionné tous les jours jusque-là, les industriels qui l'avaient vendu demandaient à M. Eugène Sartiaux, Chef des Services électriques à la Compagnie des Chemins de fer du Nord, de vouloir bien leur donner un certificat de bon fonctionnement. M. Sartiaux répondait qu'il donnerait volontiers ce certificat si les essais qu'il allait faire faire établissaient que les garanties données par les vendeurs étaient suffisamment respectées. Le 15 mai 1897, sans permettre que l'on touchât au moteur qui fonctionnait depuis quatorze mois, il fit procéder en présence de M. Rancia l'un de ses Ingénieurs et de M. Descamps, directeur de l'Usine à gaz de Tergnier, à des essais de force et de consommation et il fut constaté que sans avoir à ramener la température à zéro et la pression à 760 *mm* et dans les conditions les plus industrielles le moteur ne consommait que 503 *l* à 51 *ch* et 469 *l*, soit 31 *l* de moins que la garantie donnée, à 61,65 *ch*. Ces premiers essais étaient faits au frein de Prony; d'autres faits immédiatement après avec une cuve à eau acidulée établissaient que le kilowatt électrique était obtenu normalement avec une dépense de 865 *l* de gaz seulement. Ces faits sont constatés dans le certificat original et la lettre d'envoi de M. Eugène Sartiaux du 5 juin 1897 sur laquelle ce dernier avait cru devoir ajouter de sa main : « Très bons résultats ».

Comme deuxième exemple, M. Manaut cite un essai fait à Blois par trois Ingénieurs experts à la date du 9 mars 1898 sur un moteur qui avait été installé en avril 1893, qui avait fonctionné sans discontinuer jusqu'en février 1896, soit pendant trois ans, et qui était resté ensuite abandonné jusqu'en mars 1898, soit pendant deux ans, au fond d'une cave sans que personne y touchât. L'essai fait par les trois Ingénieurs experts sur le moteur, que, non seulement on n'a pas remis en état mais auquel on n'a pas touché si peu que ce soit, a prouvé que la consommation, sans faire les corrections de température ni de pression, était inférieure de 40 *l* exactement à celle garantie par les vendeurs.

RÉPONSE A M. RICHÉ ET A M. MANAUT

PAR

M. A. LENCAUCHEZ

M. Riché dit que les résultats qu'il a obtenus à Calais ont été bien constatés pendant quarante-huit heures, tandis que M. Lencauchez fait de la spéculation théorique, qui n'a rien de pratique. Je répondrai à M. Riché que mes travaux sur la fabrication des engrais et du sulfate d'ammoniaque, ainsi que sur les superphosphates, sur la dessiccation des bois et sur le chauffage par les gaz, etc., récompensés par des prix de la Société des Ingénieurs Civils de France, de la Société d'Encouragement, de la Société technique de l'industrie du gaz, s'appliquent à d'autres choses qu'à des rêveries spéculatives, n'ayant rien de pratique.

Dans mon mémoire, j'ai traité la question des gaz en général, avec la plus grande impartialité, en évitant d'introduire mon nom dans les descriptions des appareils et en faisant connaître les travaux des Anglais et des Écossais, si peu connus en France. Les appareils que j'ai fait connaître datent de 15, de 20, de 25 et 30 ans; aucun n'est breveté : tous sont dans le domaine public. Je n'ai eu qu'une pensée : renseigner mes Collègues sur des questions peu connues que je crois très intéressantes aujourd'hui.

Quant aux analyses que j'ai données, elles sont dues à Berthier, à Ebelmen, à des savants et professeurs allemands, suédois et anglais, en partie, et pour les autres à MM. Delle, Ingénieur des Arts et Manufactures, L. L'Hôte, expert chimiste, et Aimé Witz, docteur ès sciences, doyen de la Faculté libre de Lille, qui a vérifié les dernières analyses avec sa bombe eudiométrique.

M. Riché assure qu'avec son gaz à 3 000 calories il a obtenu un rendement thermique supérieur à celui donné par le gaz d'éclairage à 5 350 calories, soit avec un gaz renfermant en poids 50 0/0 de CO^2, et en volume 21 0/0. Jusqu'ici j'étais persuadé que l'acide carbonique était un gaz incombustible, et il y a lieu d'être fort étonné d'entendre dire le contraire aujourd'hui.

M. Riché assure encore que son charbon de bois est parfait, d'excellente qualité. Je ne puis m'expliquer la chose, car, pour

la carbonisation du bois, la cornue s'enlève du four avec un pont roulant pour être mise dehors, où elle sert d'étouffoir, vu que la manipulation du charbon rouge donne beaucoup de déchets ; comment peut sortir un bon charbon du pied des cornues Riché, quand un tiers de son poids a été brûlé par la vapeur, pour faire du gaz à l'eau ? C'est ce qu'il m'est impossible de m'expliquer, tant la chose est contraire à tout ce que j'ai pu voir jusqu'ici.

MM. Riché, Roman et Manaut considèrent le charbon de bois comme un sous-produit de leur distillation, comme le coke l'est de la distillation de la houille ; mais, après criblage du charbon de leur pied de cornue, combien en reste-t-il pour la vente ? Combien y a-t-il de braisettes et de poussiers dans le déformement des pieds de cornues ?

Dans une brochure publiée en 1896 (1), j'ai lu que, pour chauffer ses cornues, M. Riché brûle la moitié du gaz qu'il produit : s'il en est ainsi, le prix du gaz est doublé. C'est probablement pour cette raison que ses cornues ne sont plus aujourd'hui chauffées au gaz.

J'ai fait remarquer que, depuis longtemps, on a fait en cornues horizontales et verticales du gaz mixte de distillation et du gaz à l'eau, mais en employant la houille et non pas le bois. Or, la houille donne, par la distillation à poids égal, 2 fois plus de calorique, sous forme de gaz, que le bois, en rendant 3 fois plus de coke que l'on ne peut obtenir de charbon de bois, et comme le bois, à quantités égales de calories contenues, coûte 2 à 3 fois plus cher que la houille, on trouve que le gaz de distillation du bois est 4 fois plus cher que celui de la houille, et que le carbone fixe du bois pour faire du gaz à l'eau, coûte 2 à 3 fois plus cher que le carbone fixe de la houille qui est le coke.

Comment, dans ces conditions, peut-on faire du gaz mixte de bois, dit « gaz Riché », à plus bas prix que le même gaz mixte de houille, que le gaz des gazogènes, et faire plus économiquement de la force motrice avec ce gaz mixte de bois, qu'avec la machine à vapeur et le moteur à gaz de gazogène ? C'est ce qu'il faut examiner

(1) Dont M. Riché est l'auteur.

§ 1er. — Compression préalable.

Les figures *(diagrammes)* 15, page 269, du *Bulletin* de la Société des Ingénieurs Civils de France, de février 1899, font voir qu'avec la marche au gaz Riché la compression est plus forte en moyenne de un tiers qu'avec le gaz d'éclairage, pour un même travail utile : la différence de compression rend donc difficile la comparaison entre deux marches, du reste très bonnes toutes les deux ; ce qui ne saurait modifier les diagrammes. Figure 1 de mon mémoire, § 2.

§ 2. — Force motrice gratuite, le bois étant sans valeur.

Premier cas. — Page 274 du même *Bulletin*, on trouve qu'avec 1 362 *kg* de bois et 550 *kg* de houille, on a produit 208 *kg* de charbon de bois et la puissance de 55 *ch* 1/4 effectifs, pendant 20 heures et que, comme le bois est sans valeur à Calais, on n'a eu que de la houille à acheter, pour chauffer les cornues de M. Riché ; houille à 14 *f* la tonne, rendue à l'usine dans Calais, et que le charbon de bois produit, se place dans cette ville au prix de 50 *f* la tonne au minimum.

Cette marche donne ce résultat brut, sans compter la main-d'œuvre et les frais généraux, par journée de 20 heures de travail :

1° Charbon de bois produit	208 *kg* × 50 *f* =	10,40 *f*
2° Houille consommée	550 *kg* × 14 *f* =	7,70 *f*
Production gratuite de la force motrice de 55 *ch* 1/4 avec un bénéfice de		2,40 *f*

§ 3. — Comparaison de forces motrices gratuites, par l'ancien procédé et par celui de M. Riché.

Maintenant, comparons les productions de gaz de cornues et Riché pour donner la force 55 *ch* 1/4 pendant 20 heures ; mais, en admettant que pour la production du charbon de cornue, le bois est étuvé par l'échappement du moteur à gaz et que les eaux acides ainsi que le goudron sont recueillis pour être utilisés à la fabrication des produits chimiques extraits du bois.

DÉSIGNATION	GAZ DE LA DISTILLATION EN CORNUES ORDINAIRES	GAZ DE M. RICHÉ
Volume de gaz donné par kilogramme de bois, à + 0° et à 760	0,334 m^3	0,833 m^3
Puissance calorifique du mètre cube de gaz, — —	3 283 calories	3 000 calories
Pouvoir calorifique du gaz produit par 1 *kg* de bois	1 095 calories	2 500 calories
Rendement en charbon de bois	0,235 *kg*	0,150 *kg*
Rendement en eau acide utilisée	0,336 *kg*	»
Rendement en goudron	0,070 *kg*	»
Quantité de bois nécessaire pour donner en gaz de cornue 2500 calories, comme avec le gaz de M. Riché : $\frac{2\,500 \text{ calories}}{1\,095 \text{ calories}}$ =		2,273 *kg*
Quantité de charbon donné par 2,273 *kg* : 2,273 *kg* × 0,235 =		0,533 *kg*
Rendement en eau acide : 2,273 *kg* × 0,336 *kg* =		0,764 *kg*
Rendement en goudron : 2,273 *kg* × 0,070 *kg* =		0,159 *kg*
COMPARAISON ENTRE LA MARCHE AVEC LES DEUX GAZ CI-DESSUS	CORNUES ORDINAIRES	CORNUES RICHÉ
Bois à Calais pour rien	3 095 *kg*	1 362 *kg*
Houille brûlée	310 *kg*	550 *kg*
Charbon de bois obtenu	728 *kg*	208 *kg*
Eau acide : 3 095 *kg* × 0,336 *kg* =	1 040 *kg*	»
Goudron : 3 095 *kg* × 0,070 *kg* =	216 *kg*	»
Produit de la vente du charbon de bois à Calais	0,728 *t* × 50 *f* = 36,40 *f*	0,208 *t* × 50 *f* = 10,40 *f*
Valeur de l'eau acide	1 040 *kg* × 0,036 *f* = 37,50 *f*	»
Valeur du goudron (prix de la houille)	0,216 *t* × 14 *f* = 3,00 *f*	»
Valeur totale des sous-produits	76,90 *f*	10,40 *f*
Dépense de houille pour chauffer les cornues	0,310 *t* × 14 *f* = 4,34 *f*	0,550 *t* × 14 *f* = 7,70 *f*
Bénéfice réalisé par la fabrication du charbon de bois, des eaux acides et du goudron	72,62 *f*	2,70 *f*
Bénéfice qu'il y aurait à Calais à faire marcher un moteur à gaz au gaz des cornues ordinaires en remplacement du gaz de M. Riché : 72,62 *f* — 2,70 *f* =		69,92 *f*
par jour ; mais si on ne comptait le bénéfice que sur la vente du charbon de bois, il serait encore de : (36,40 *f* — 4,34 *f*) — (10,40 *f* — 7,70 *f*)		29,36 *f*

L'examen de ce tableau fait voir que si à Calais on a du bois pour *rien*, avec lequel on peut faire du charbon de bois, qui se vend 50 *f* la tonne : le mieux de tout, à en faire, est de le transformer purement et simplement en charbon, par les procédés ordinaires et qu'il y aurait 29 à 30 *f* de bénéfice sur le procédé de carbonisation de M. Riché : d'où il suit que par année ce bénéfice serait de 30 *f* × 300 jours = 9 000 *f* en produisant du charbon de bois par les vieux procédés.

§ 4. — Force motrice de 170 *ch*. 12 800 *kg* de bois, dont 9 600 *kg* de gros bois et 3 200 *kg* de résidus, sciure, etc.

Deuxième cas. — Au même *Bulletin* de février 1899, de la Société, on trouve, page 275, que M. Riché avec 12 800 *kg* de bois, obtiendra la force de 170 *ch* effectifs pendant 20 heures, en produisant 700 *kg* de charbon de bois, qui à 50 *f* la tonne vaudront 0,700 *t* × 50 = 35 *f*.

Mais si les 9.600 *kg* de gros bois étaient employés à produire de la vapeur, leur équivalent en houille vaudrait $\frac{9\,600\ kg}{2}$ = 4 800 *kg* (de houille) et les 3 200 *kg* de sciure vaudraient $\frac{3\,200\ kg}{4}$ = 800 *kg* de houille : de sorte que l'équivalent en houille des 12 800 *kg* de bois, serait de 4 800 *kg* + 800 *kg* = 5 600 *kg*; qui étant brûlé sous une bonne chaudière à vapeur avec une machine Corliss ou Sulzer, en 20 heures produirait la force de $\frac{5\,600\ kg}{20\ \text{heures}}$ = 280 *ch* effectifs, en admettant une dépense de 1 *kg* de houille par heure et par cheval effectif, ce qui est très courant aujourd'hui.

Il y aurait donc de ce fait une augmentation de puissance de 280 *ch* — 170 *ch* = 110 *ch* effectifs, mais sans production de charbon de bois; d'où il suit que ces 110 *ch* coûteraient, le cheval-heure :

$$\frac{35\ f}{110\ ch \times 20\ \text{heures}} = 0{,}0158\ f.$$

Quant aux 170 *ch*, ils seraient, dans un cas comme dans l'autre, obtenus gratuitement, suivant l'hypothèse de M. Riché.

Mais si, comme on l'a vu dans le premier cas, § 3, 3 095 *kg* transformés en charbon de bois donnent 30 *f* de bénéfice à Calais; 9 600 *kg* donneraient celui de :

$$\frac{30\,f \times 9\,600\,kg}{3\,095\,kg} = 93\,f \text{ par jour,}$$

et de 93 *f* × 365 jours = 33 945 *f* par année, alors que page 275, MM. Riché, Roman et Manaut disent qu'ils réaliseraient un bénéfice de 12 775 *f*. — Donc la distillation du bois, par les procédés ordinaires, réaliserait une économie annuelle de 33 945 *f* — 12 775 *f* = 21 170 *f* sur la méthode de carbonisation de M. Riché, et ceci sans tenir compte de la valeur des eaux acides et du goudron, *qui sont cependant la base de l'industrie des produits chimiques extraits des bois.*

§ 5. — Force motrice là où il faut payer le bois 23 *f* la tonne, et la houille 20 *f*, en vendant le charbon de bois 60 *f* la tonne. Exemple, aux environs de Paris, d'une force de 180 *ch* effectifs (de 457 200 chevaux-heure par année, ou de 8 heures et demie de service par jour, soit de 9 heures d'allumage).

Troisième cas. — Au même *Bulletin* de février 1899, pages 275 et 276, on trouve un compte de prix de revient que je reproduis ici avec celui de la production du charbon de bois de qualité supérieure fait par une usine de produits chimiques.

Bien entendu, toujours suivant l'hypothèse de M. Riché et de ses collaborateurs, ici la main-d'œuvre et les frais généraux, qui sont les mêmes, ne sont pas comptés, dans les deux cas.

MM. Riché et Manaut, page 276, appellent les 11 668 *f* dépense réelle annuelle, en ajoutant que le cheval-heure effectif coûtera en combustible :

$$\frac{11\,668\,f}{457\,200 \text{ chevaux-heure}} = 0{,}025\,f.$$

Maintenant, voyons ce que coûterait la marche d'une machine à vapeur Sulzer, ou Corliss, qui ferait le même travail avec 9 heures par jour sous pression de marche, soit d'allumage et de feu.

180 chev.-heure × 9 heures × 300 jours = 486 000 chev.-heure.

DÉSIGNATION	GAZ RICHE DE CORNUES VERTICALES DITES GAZOGÈNES	GAZ DES CORNUES ORDINAIRES D'USINES DE PRODUITS CHIMIQUES
Bois consommé par année pour 457 200 chevaux-vapeur effectifs heure	576 t × 23 f = 13 248 f	576 t × 2,273 × 23 f = 30 113 f
Houille consommée pour chauffer les cornues, par année	230 t × 20 f = 4 600 f	(576 t × 2,273) × 0,1 t × 20 f = 2 620 f
Totaux	17 848 f	32 733 f
Produits en charbon de bois	103 t × 60 f = 6 180 f	576 t × 2,273 = 1 309 t × 0,235 × 60 f = 18 456 f
Valeur des eaux acides	»	1 309 t × 0,336 = 439 t × 36 f = 15 804 f
Valeur du goudron	»	439 t × 0,07 × 20 f = 621 f
Valeur totale des sous-produits	6 180 f	34 881 f
Perte annuelle	11 668 f	»
Bénéfice annuel	»	2 148 f

La dépense de cette machine étant comptée à raison de 1 kg de houille par heure et par cheval effectif,

180 *ch* × 9 heures × 1 *kg* = 1 620 *kg* par jour;

En 300 jours,

1 620 *kg* × 300 jours = 486 *t* par année,

qui à 20 *f* la tonne,

486 × 20 = 9 720 *f* par année.

Il y aurait un bénéfice annuel réel de

11 668 *f* — 9 720 *f* = 1 948 *f*,

à donner la préférence à la machine à vapeur, sans compter une très grande économie de main-d'œuvre et de frais généraux *(entretien, etc.)*.

Mais, avec un moteur à gaz et du gaz de gazogène *(dit « pauvre » par M. Delamare)*, moteur quelconque et gazogène quelconque, avec du charbon maigre d'Anzin *(fosse Lagrange)*, 20 *f* la tonne à Anzin et 24,50 *f* la tonne à l'usine, rendue par canal aux environs de Paris, on arrive à la dépense annuelle ci-dessous :

180 *ch* × 10 heures × 0,650 *kg* = 1,170 *t* × 24,50 *f* =
28,66 *f* par jour;

Soit, par année : 28,66 *f* × 300 jours = 8 598 *f*,
ce qui donne une économie annuelle de

11 668 *f* — 8 598 = 3 070 *f*,

sur l'installation de M. Riché. ***Malgré les garanties formelles données par la Société générale des Industries économiques*** (page 276), de donner le cheval-vapeur-heure effectif pour 0,025 *f*, vu qu'avec le gazogène ordinaire et le moteur à gaz ordinaire, on peut faire, aux environs de Paris, le cheval-heure effectif avec une dépense de combustible de :

$$\frac{8\,598\ f}{457\,200\ \text{chevaux-heure}} = 0{,}0188\ f,$$

soit avec une économie de $\frac{(250 - 188) \times 100}{250} = 24\ 0/0$, sans avoir besoin d'être marchand de charbon de bois malgré soi.

§ 6. — Utilisation des gaz de la distillation des bois, dans les usines de produits chimiques extraits des bois.

Ces usines, comme les hauts fourneaux, ont jusqu'ici fort mal employé les gaz qu'elles produisent.

Ainsi, prenons l'exemple d'une usine distillant par jour 450 stères ou mètres cubes de bois et voyons quelle force motrice on peut en tirer avec des moteurs à gaz :

$450\ m^3 \times 350\ kg \times 0{,}334\ m^3 = 52\,605\ m^3$ à 0° et 760 par 24 heures.

Soit donc à l'heure $\frac{52\,605\ m^3}{24\,\text{heures}} = 2\,191\ m^3$ de gaz à 3 283 calories, qui produiront le cheval effectif avec une dépense de 3 450 calories *(voyez le tableau 1, figure 1 du § 2, du mémoire).*

Ces 2 191 m^3 de gaz donneront une force totale, de

$$\frac{2\,791\ m^3 \times 3\,283\ \text{calories}}{3\,450\ \text{calories}} = 2084\ ch.$$

Brûlé dans des chaudières à vapeur, ce gaz ne donnerait guère plus de 700 *ch*, c'est-à-dire l'équivalent de 19 *t* de houille brûlées par 24 heures.

En résumé, en pratique, et sans qu'il soit besoin de se livrer à des calculs spéciaux, on peut dire que lorsque l'on a, ***pour rien***, du bois susceptible de faire du bon charbon de bois, qu'on peut vendre dans la localité 50 *f* la tonne, le mieux est de faire du gaz de distillation ordinaire, et du charbon ordinaire ; car, dans ces conditions, là où M. Riché fait incontestablement un bénéfice représenté par 1, on ferait par les anciens procédés un bénéfice représenté par 3,5.

Et lorsque, comme aux environs de Paris, la houille coûte 20 *f* la tonne, la houille anthraciteuse d'Anzin 24,50 *f* la tonne, le bois 23 *f* la tonne, et le charbon de bois 60 *f* la tonne, on obtient le cheval-heure effectif aux prix suivants :

		Valeur comparative.	
1° Au gaz Riché à	0,03036 *f*.	1,85	1,00
2° Avec machine à vapeur Corliss à	0,0200 *f*.	1,23	0,66
3° Au gaz, dit pauvre, de gazogène, à	0,0163 *f*.	1,00	0,55

Ces chiffres résultent des éléments suivants :

1° Gaz Riché produit par 1 *kg* de bois *(à 0° et pression de 0,76)* 0,833 m^3 ;

2° Puissance calorifique de ce gaz au mètre cube : 3 000 calories ;

3° Puissance calorifique de ce gaz pour 1 *kg* de bois :

$$3\,000 \times 0{,}833 = 2\,500 \text{ calories ;}$$

4° Dépense de calories en gaz d'éclairage par *cheval* effectif et par heure d'un bon moteur à gaz : 3 210 calories ;

5° Dépense de calories en gaz Riché par *cheval* effectif et par heure, d'un bon moteur à gaz : 3 450 calories.

N. B. — Ce gaz contenant 21 0/0 de CO^2 en volume,
ou 50 0/0 — en poids.

6° D'après MM. Riché et Manaut, 1 *kg* de bois traité à l'appareil Riché, donne 0,150 *kg* de charbon de bois et réclame 0,400 *kg*. houille pour être gazéifié.

La dépense de l'opération se traduit ainsi :

1 *kg* de bois à 23 *f* la tonne = 0,023 *f*
0,400 *kg* de houille à 20 *f* la tonne = 0,008 *f*

0,031 *f*

Recette :
Vente de charbon de bois 150 *kg* à 60 *f* la tonne = 0,009 *f*

Le gaz Riché produit par 1 *kg* de bois coûte. . . 0,022 *f*

Le cheval-vapeur produit en une heure, avec ce gaz, d'un volume de 0,833 m^3, valant 2 500 calories, coûtera :

$$\frac{3\,450 \text{ calories}}{2\,500 \text{ calories}} \times 0{,}220 = 0{,}03036\, f.$$

7° La force motrice produite par des machines à vapeur bien installées, Corliss, Sulzer ou compound, n'exige qu'une dépense de 1 *kg* de houille par cheval effectif et par heure, soit, à 20 *f* la tonne : 1 *kg* $\times$ 0,02 *f* = 0,02 *f*.

8° Enfin, un bon moteur à gaz pauvre quelconque consomme en houille anthraciteuse d'Anzin *(fosse Lagrange)*, 0,666 *kg* par

cheval-heure. La dépense, à raison de 24,50 *f* la tonne, serait donc : 0,666 × 0,0245 = 0,0163 *f*.

Les plus savantes formules, les arguments les plus transcendants, ne changeront rien à la brutalité des résultats comparatifs ci-dessus.

En prononçant la clôture de la discussion, le Président de la Société a retenu comme étant d'un intérêt pratique incontestable, l'engagement pris par M. Riché de faire part à ses Collègues des résultats qui seront obtenus avec des appareils de son système en cours d'installation, dès qu'ils pourront être bien constatés.

CHRONIQUE

N° 233

Sommaire. — Pertes par refroidissement extérieur des chaudières de locomotives *(suite et fin)*. — Étude expérimentale des ponts métalliques *(suite)*. — Richesses forestières de la Colombie britannique. — Traction mécanique dans les villes. — Moteurs à gazoline pour élévations d'eau. — Usine à gaz municipale de Vienne.

Pertes par refroidissement extérieur des chaudières de locomotives *(suite et fin)*. — On a vu précédemment que les divers revêtements protecteurs employés ont donné un effet utile moyen égal à 62,3 0/0.

L'économie nouvelle qui résulterait de l'emploi d'un de ces revêtements serait de $3\,100 \times 0{,}623 = 1\,931$ *f*.

Il resterait encore une perte de 1 161 *f* due à la perte par rayonnement et conductibilité extérieure. Tout ce qui pourra accroître l'efficacité des revêtements sur la machine soumise aux essais dans la proportion de 1 0/0, amènera une économie nouvelle de 31 *f*, dans la proportion de 2 0/0, de 62 *f*, de 3 0/0 de 93 *f* et ainsi de suite. Ces chiffres ne sont d'ailleurs applicables qu'à la machine essayée et aux conditions dans lesquelles les essais ont été faits.

On doit insister sur ce fait que les résultats ainsi obtenus correspondent à des conditions un peu spéciales. Il s'agissait en effet d'une chaudière de dimension modérée, fonctionnant à une pression qu'on peut aujourd'hui considérer comme peu élevée; les essais ont été faits pendant le mois d'août et de plus les vitesses réalisées n'ont pas atteint la limite supérieure de 48 *km* à l'heure. Il est évident que des conditions différentes telles que celles qui se présentent dans l'exploitation actuelle des chemins de fer donneraient lieu à des pertes par refroidissement extérieures plus élevées. C'est ce qu'on va examiner ici.

L'influence de la variation de la vitesse sur le refroidissement extérieur de la chaudière a été longtemps discutée. On a dit que, si une chaudière était parfaitement protégée contre le refroidissement, l'effet de l'air ambiant serait nul et que les pertes ne seraient pas sensiblement plus considérables pour la chaudière en mouvement que pour la même chaudière en stationnement. Mais si on examine attentivement l'action des courants réfrigérants qui se produisent autour de la chaudière d'une locomotive en marche, on est amené à ne pas admettre cette hypothèse, et les essais dont nous nous occupons confirment cette manière de voir.

On a relevé, en effet, les pertes extérieures de la chaudière tant en mouvement qu'en stationnement, dans le premier cas à une vitesse uniforme de 45 *km* à l'heure. Si les résultats obtenus ne sont pas suffisants pour établir une relation exacte entre les pertes par refroidissement et la vitesse, ils permettent cependant de poser des conclusions intéressantes.

On arriverait ainsi à admettre que, si la chaudière nue, au repos, éprouve un refroidissement qui correspond à la condensation de 3,17 *kg* de vapeur à 10,6 *kg* de pression par minute le chiffre correspondant serait de 12,7 *kg* à la vitesse de 130 *km* à l'heure. Avec la chaudière protégée avec les revêtements essayés, ces valeurs seraient de 1,40 et 4,8 *kg*.

Variation dans la température atmosphérique. — On a, avons-nous vu, fait les expériences en été et on a corrigé tous les résultats pour les ramener à une température uniforme de 26,6° C (80° F). On peut admettre que pour chaque fraction de 10° F (5,5° C) de réduction de la température au-dessous de celle qui a été prise pour point de départ, les pertes par refroidissement augmenteront de 3,5 0/0. A la température de 0° F (— 17° C) ces pertes augmenteraient de 28 0/0. Si donc à 26,6° C, elles sont de la quantité correspondante à la condensation de 2,26 *kg* de vapeur par minute, à la température de — 17°, elles deviendront 2,26 (1 + 0,035 × 44) = 2,90 *kg*. On voit qu'aux basses températures les pertes par refroidissement extérieur ne laissent pas que de devenir importantes.

Variations dans la pression de la vapeur. — Les expériences dont nous nous occupons ont été faites à une pression de 10,6 *kg* constatée au manomètre. Si la pression est plus élevée la température l'est également et les pertes par refroidissement extérieur augmentent. Cet accroissement n'est toutefois pas bien important. Pour chaque fraction égale à 10 livres par pouce carré (0,708 *kg* par centimètre carré) d'augmentation au-dessus de la pression indiquée ci-dessus, on peut admettre un accroissement de pertes égal à 1,6 0/0; mais cette proportion ne serait plus applicable au-dessus de 200 livres (14,2 *kg*). A cette dernière pression les pertes seraient de 8 0/0 supérieures à celles qui ont été constatées dans les essais.

Maximum des pertes avec la chaudière soumise aux essais. — Si on part des bases établies dans le paragraphe précédent, on trouve qu'avec la chaudière nue et la machine roulant à la vitesse de 80 milles à l'heure, soit environ 130 *km*, à une pression de 14,2 *kg*, la température extérieure étant à — 17° C (pour prendre partout les conditions extrêmes), les pertes par refroidissement extérieur seraient celles qui correspondent à la condensation d'une quantité de vapeur produisant une puissance de 67 *ch*, tandis qu'avec la chaudière protégée, les autres conditions de vitesse, de pression et de température extérieure restant les mêmes, la perte ne correspondrait qu'à une puissance de 25 *ch*. Comme une locomotive des dimensions de celle qui a fait le sujet des expériences pourrait produire une puissance maxima de 600 *ch*, on voit que, dans les conditions les plus défavorables, lesquelles cependant peuvent se rencontrer encore non exceptionnellement dans l'exploitation des chemins de fer, la perte par refroidissement extérieur représenterait un peu plus de 10 0/0 de la puissance totale, avec la chaudière nue, et seulement 4 0/0 avec des revêtements du genre de ceux qui ont été employés dans les essais.

Dimensions de la chaudière. — Si on se reporte aux faits qui ont été exposés ci-dessus, on doit se rappeler que la chaudière de la machine

expérimentée doit être considérée comme étant de dimensions modérées. Beaucoup de locomotives en service actuellement ont des chaudières dont la surface extérieure est de 50 0/0 au moins supérieure à celle de la machine soumise aux essais, et les pertes avec ces grandes chaudières doivent être notablement plus élevées. On peut admettre que pour les chaudières d'un même type, les pertes sont proportionnelles à l'étendue des surfaces exposées au refroidissement.

Conclusions. — Si on considère l'énergie avec laquelle l'air circule autour de la chaudière d'une locomotive se déplaçant rapidement sur la voie, on ne sera pas surpris de l'importance des pertes par refroidissement extérieur. Si leur valeur varie largement suivant les conditions dans lesquelles se trouve la machine, elles n'en subsistent pas moins dans toutes les circonstances. Sous ce rapport, il y a une différence essentielle avec les pertes par refroidissement des machines motrices de la locomotive, lesquelles cessent d'exister dès que le régulateur est fermé.

Tous les résultats constatés dans les expériences qui font l'objet de cette note et les conclusions qui en ont été déduites se rapportent, comme on l'a vu, à une machine de dimensions modérées, marchant à une pression relativement peu élevée, à une vitesse peu considérable et dans des conditions atmosphériques favorables, c'est-à-dire en été. Ces conditions n'entraînaient pas des pertes importantes par refroidissement extérieur; les résultats de ces expériences n'en doivent pas moins être considérés comme méritant l'attention de tous ceux qui s'intéressent à l'amélioration du fonctionnement des locomotives. Il n'est pas inutile de rappeler ici qu'on n'a compté que le refroidissement par les surfaces de la chaudière proprement dite sans tenir compte des surfaces des selles d'attache des cylindres et de ceux-ci.

La chaudière recouverte était dans les conditions ordinaires de la pratique américaine. Le fait que, malgré cette protection, il reste encore une proportion assez grande de pertes par refroidissement, et que la valeur pécuniaire de ces pertes est de beaucoup supérieure au prix des meilleurs calorifuges qu'on trouve sur le marché fait voir l'utilité qu'il y a non seulement à améliorer la qualité des revêtements, mais encore à augmenter la proportion de la surface de la chaudière protégée par ces revêtements.

L'*Engineering News* fait suivre le résumé que nous venons de donner de quelques observations qu'il nous parait utile de reproduire.

Si les expériences dont il vient d'être question ont été faites avec beaucoup de soin et si leurs auteurs ont cherché à se rapprocher le plus possible des conditions qu'on rencontre dans le service courant, il est cependant un point important dont ils ne paraissent pas s'être préoccupés et qui fait que les résultats de leurs essais peuvent être assez différents de ceux qu'on trouverait en pratique. En effet, dans ces essais, la chaudière ne contenait que de la vapeur tandis qu'en service elle contient de l'eau et de la vapeur, la première baignant probablement les trois quarts de la surface exposée au refroidissement extérieur. L'effet de ce refroidissement sera-t-il le même dans les deux cas? Le journal américain ne le croit pas. L'eau transmet plus rapidement son calorique à la paroi

métallique avec laquelle elle est en contact que la vapeur, et l'air extérieur soutirera plus de chaleur à la partie baignée par l'eau qu'à la même partie en contact avec de la vapeur.

Mais il y a autre chose. La chaudière d'essai n'était garnie que sur le corps cylindrique et les parois de la boîte à feu étaient nues comme cela se pratique d'ordinaire aux États-Unis; on a vu que la surface protégée représentait 61 0/0 de la surtace totale exposée à l'air. En comparant la perte de la chaudière nue avec la perte de la chaudière ainsi protégée, on a trouvé que le revêtement réduisait la perte par refroidissement de 62,3 0/0 en moyenne. Les auteurs du mémoire ont conclu que la perte de calorique par unité de surface exposée au refroidissement extérieur était moindre pour les parois de la boîte à feu que pour le corps cylindrique, les deux étant sans revêtement. C'est possible dans les conditions de l'expérience, c'est-à-dire avec la chaudière pleine de vapeur, mais ce serait probablement tout différent dans les conditions de la pratique, c'est-à-dire avec la chaudière contenant de l'eau et de la vapeur.

La conclusion est que, dans ces dernières conditions, les pertes trouvées plus haut devraient être augmentées dans une proportion variant de 10 à 20 0/0. Quoi qu'il en soit, il est désirable de voir étendre la protection aux parois de la boîte à feu, que la pratique américaine laisse entièrement nues, se fiant à l'abri du mécanicien pour les défendre contre le refroidissement, défense qui peut avoir une certaine valeur mais qui est très insuffisante, surtout dans les nombreux types de locomotives où une grande partie de la boîte à feu se trouve en avant de l'abri.

Il serait en tout cas intéressant de voir les essais entrepris par le Chicago and North western RR se renouveler pendant la partie la plus froide de l'hiver; on aurait ainsi des données directes sur l'effet des basses températures.

Étude expérimentale des ponts métalliques *(suite)*. — Nous trouvons dans le fascicule de février 1899, page 154, des *Annales des Travaux publics de Belgique,* le résumé de la discussion à laquelle a donné lieu, devant l'*Institut royal des Ingénieurs Néerlandais,* la communication de M. Kist, dont nous avons donné l'analyse sommaire dans la Chronique d'avril, page 626.

M. Kist avait posé en principe que, dans la plupart des cas, il n'est pas possible de déterminer par la théorie, avec un degré d'approximation suffisant, les tensions qui se développent dans un tablier métallique. Pour contrôler la résistance des ponts existants, on doit donc, concluait-il, accorder la préférence à l'expérimentation, qui est seule en mesure de faire ressortir les défauts réels de la construction.

Cette opinion, émise sous une forme peut-être un peu trop absolue, a été combattue par M. van Hemert, professeur à l'École militaire de Bréda. D'après celui-ci, l'observation ne suffit pas pour établir le degré de résistance d'une charpente métallique.

Comme le fait observer très judicieusement cet ingénieur, les appareils de mesure ne donnent le taux de fatigue que pour des sections déterminées des pièces et dans des circonstances déterminées.

Or, d'une part, rien ne prouve que les sections essayées soient précisément celles où se produit le maximum de tension et, d'autre part, les actions qui donnent naissance aux fatigues observées ne réalisent pas nécessairement la combinaison la plus défavorable.

Les résultats de l'expérience ne peuvent donc pas, par eux-mêmes, donner des indications utiles et il faut, à l'aide de la théorie, en déduire les valeurs des taux de fatigue qui se produiraient dans d'autres circonstances et dans d'autres sections. C'est ainsi que les appareils de mesure ne permettent de déterminer que l'effet des surcharges mobiles et ne donnent pas d'indication directe sur l'action du poids mort.

Mais, pour pouvoir, sur les chiffres obtenus par l'expérience, baser le calcul du taux de fatigue correspondant à d'autres combinaisons de charges ou à d'autres sections de pièces, il faut évidemment se rendre un compte exact des causes qui ont produit les fatigues mesurées par les appareils. Or, il arrive, dans la plupart des cas d'expériences, que la surcharge mise en œuvre pour faire l'essai n'a pas été seule en jeu et que d'autres causes, telles que : le mode de mise en charge, la température, le frottement aux appuis, etc., sont venues influer sur le taux de fatigue observé. Il faudrait donc, pour pouvoir tabler sur les résultats des essais, déceler dans les taux de fatigue mesurés, la part de chacune des causes dont les effets se sont combinés au moment de l'épreuve. Cela est-il possible? Dans les cas simples, oui ; mais, lorsque plusieurs actions ont été en jeu, on ne parvient pas souvent à se rendre compte de leur influence relative et même, dans certaines conditions compliquées, la cause des phénomènes observés peut échapper complètement. Il faut alors renoncer à tirer parti des résultats de l'observation.

La théorie, au contraire, considérée à part, présente cette supériorité de pouvoir étudier séparément chacune des forces qui agissent sur le tablier. Elle permet donc de combiner à volonté leurs effets et d'arriver ainsi aux conditions les plus défavorables.

M. van Hemert ne va pas jusqu'à dire que la théorie peut se passer de l'expérience, mais il n'est pas loin d'aboutir à cette conclusion, car, selon lui, on pourrait arriver par le calcul à expliquer et même à prévoir tous les résultats de l'expérience avec une assez grande approximation.

A l'appui de sa manière de voir, M. van Hemert reprend l'exemple cité par M. Kist dans sa conférence, et il donne des phénomènes observés une explication théorique. Cet exemple, que nous avons rapporté dans le compte rendu précédent, concerne le mode de fonctionnement des entretoises des ponts de Bommel et de Moerdijk.

L'expérience a montré que ces pièces éprouvaient, à la fois, au passage des trains, une flexion dans le sens vertical et une autre dans le sens horizontal. Nous avons indiqué les particularités de ces deux genres de déformation.

Pour expliquer la flexion horizontale, M. Kist avait admis deux causes : l'allongement des lisses inférieures des poutres par rapport aux longrines et le recul des rails, en sens inverse du mouvement des trains, au contact des roues motrices de la locomotive. M. van Hemert considère la première comme la plus importante. L'allongement des lisses in-

férieures des poutres sous l'influence de la charge peut être calculé. La théorie permet donc de déterminer la flexion des entretoises dans le sens horizontal. En calculant les taux de fatigue qui en résultent, on s'explique pourquoi ces taux diffèrent suivant le sens de marche du train : c'est que l'allongement des lisses des poutres dépend de l'effet total de la surcharge et non pas, comme la flexion verticale des entretoises, du poids isolé d'un essieu. Or, le poids de la locomotive est de beaucoup supérieur à celui des wagons. La surcharge exerce donc un effet différent suivant que les wagons se trouvent d'un côté ou de l'autre de la locomotive, c'est-à-dire suivant le sens de marche du train, la locomotive étant toujours en tête.

Appliquant le calcul au cas d'un train de voyageurs, M. van Hemert arrive à expliquer d'une façon générale les flexions horizontales constatées dans les ponts expérimentés, pour les deux sens de marche du train.

Il n'en donne pas cependant le calcul complet et exact et il n'arrive pas à une concordance parfaite entre les résultats de la théorie et ceux de l'expérience. Pour expliquer les divergences, il est obligé de faire appel encore à d'autres causes (frottement aux appuis mobiles, torsion des entretoises, différences de température entre les poutres et les longrines) dont l'influence est, du reste, difficile à chiffrer.

En ce qui concerne la flexion verticale des entretoises, on peut, selon lui, arriver par le calcul à une détermination assez exacte des taux de fatigue réels en appliquant les formules de Winkler. Ces formules tiennent compte des divers éléments dont se composent les cadres verticaux dont font partie les entretoises : montants des poutres et contreventement des lisses supérieures. En se servant de ces formules, M. van Hemert obtient des taux de fatigue qui se rapprochent assez bien des taux observés.

L'expérience avait montré que la flexion verticale des entretoises augmente des extrémités au milieu du pont. M. van Hemert, se basant sur la théorie de Winckler, explique ce phénomène par la décroissance de la raideur des montants des poutres.

Étant arrivé à expliquer par la théorie l'allure générale des divers phénomènes signalés, M. van Hemert se croit autorisé à conclure que le calcul peut, dans la plupart des cas, arriver à déterminer les tensions réelles avec une approximation fort suffisante pour la pratique (à 2 ou 3 *kg* près par millimètre carré).

Telle n'est pas l'opinion de M. Kist. Celui-ci, reprenant à nouveau l'exemple des entretoises des ponts de Bommel et de Moerdijk, montre que la théorie peut arriver sans doute à expliquer le sens des phénomènes observés, mais non pas à déterminer la valeur exacte des fatigues ni surtout à les prévoir avant toute expérience.

La flexion horizontale des entretoises est plus ou moins forte suivant que l'on considère ces pièces comme encastrées aux lisses des poutres ou simplement appuyées. Quelle hypothèse adopter dans le calcul, si l'observation n'est pas là pour servir de guide ? Pour la flexion verticale, on peut sans doute appliquer la théorie de Winkler. Mais les formules de cet auteur supposent les pièces réduites à leurs axes. Que de difficultés

se présentent lorsqu'il faut assimiler la réalité aux hypothèses du calcul. On peut donner des notations adoptées par Winkler les interprétations les plus diverses et arriver ainsi à tous les résultats possibles.

Réduite à ses seules forces, la théorie est donc impuissante à déterminer avec une précision suffisante les fatigues réelles, et, pour cette détermination, l'observation doit venir en première ligne.

Dans le débat soulevé entre MM. Kist et van Hemert, la note juste nous paraît avoir été apportée par M. Schroeder van der Kolk, ingénieur au Conseil de surveillance des chemins de fer. D'après celui ci, la théorie et l'expérience doivent, dans le contrôle des ponts métalliques, marcher de pair et se prêter un appui mutuel. La théorie, qui ne tient pas compte notamment des imperfections du montage, ne saurait se passer de l'expérience. Dans les Pays-Bas, on est généralement de cet avis. Aussi accorde-t-on dans le pays une très grande importance à l'étude expérimentale des tabliers métalliques.

En Allemagne, il n'en est pas de même. La théorie a toujours des partisans exclusifs. A la suite de la chute du pont de Mönchenstein, des prescriptions ont été introduites dans ce pays relativement à la surveillance des ponts métalliques. Elles accordaient une grande importance à la mesure de la flèche. Mais une polémique que souleva la mise en vigueur de ces instructions fit reconnaître que cet élément d'appréciation de la résistance des ponts n'était pas sûr. Les prescriptions relatives à la mesure des flèches furent donc retirées, et, aujourd'hui, le contrôle des tabliers métalliques en Allemagne se réduit à la visite et au calcul, et c'est encore à celui-ci qu'on donne la préférence.

C'est ainsi qu'on a dernièrement consolidé le pont de Hæmerten sur l'Elbe (ligne de Hanovre à Berlin), uniquement parce que le calcul en avait montré l'utilité et alors que le tablier n'avait dévoilé en exploitation aucun signe de faiblesse.

Dans les Pays-Bas on procède d'une façon plus rationnelle; c'est l'expérience qui sert de guide, la théorie ne servant que pour l'interprétation et la généralisation des résultats. Lorsque le renforcement d'un tablier est rendu nécessaire, c'est d'après les résultats de l'expérience et et non pas d'après ceux de la théorie pure que l'on calcule les sections à donner aux nouvelles pièces.

On opère de même en France, et, notamment la Compagnie du chemin de fer de l'Ouest, sous l'impulsion de M. l'Ingénieur en chef Rabut, marche dans la même voie. Là aussi les consolidations de tabliers ne sont faites que sur le vu des résultats de l'observation.

A l'appui de sa manière de voir M. Schrœder van der Kolk a communiqué divers renseignements sur les résultats qu'a donnés, jusqu'à présent, dans les Pays-Bas, l'étude expérimentale des ponts métalliques. Nous les reproduirons ci-après. *(A suivre.)*

Richesses forestières de la Colombie britannique. — La production forestière tient la première place dans les produits de la Colombie britannique; elle vient avant les ressources minérales, qui sont cependant très abondantes. Nous trouvons à cet égard des renseignements très intéressants dans le *Journal of the Society of arts.*

Cette contrée a la plus grande surface de forêts exploitables du continent américain, et, sans les grands incendies que les ont ravagées autrefois et le temps pendant lequel une grande partie de la surface du sol est restée nue, les ressources qu'on pourrait en tirer seraient encore bien supérieures.

Jusqu'à l'Alaska, vers le nord, d'après un rapport récent du secrétaire du Bureau de statistique de la Colombie britannique, la côte est entièrement couverte de forêts ; celle-ci suivent les sinuosités de la côte et les bords des cours d'eau et bordent les montagnes. Les opérations d'exploitation des bois s'étendent jusqu'à Knight's Inlet, point de la terre ferme en face de l'extrémité septentrionale de l'île de Vancouver.

A cet endroit, le pin Douglas, le plus utile et le plus répandu des bois de commerce, disparait complètement et est remplacé par le cyprès ou cèdre jaune. Plus au nord, on trouve surtout le cèdre, le sapin du Canada et le sapin commun.

Il peut être intéressant de savoir que le pin Douglas a reçu son nom de David Douglas, le touriste connu qui a exploré ce pays dans les premières années de ce siècle. Cet arbre est très répandu ; on le trouve depuis le bord de la mer jusqu'au sommet des Montagnes Rocheuses, à l'est jusqu'à Calgary et au nord jusqu'au Fort Mac Leod. Sur la côte il atteint des proportions gigantesques ; on en rencontre des échantilllons qui ont jusqu'à 90 *m* de hauteur, avec 10 à 15 *m* de circonférence au pied. On le désigne souvent dans le commerce sous le nomde pin de l'Orégon. Il a à peu près la même densité que le chêne, avec plus de résistance, et il a plus d'emploi, notamment pour la construction. Il est placé, dans la classification botanique, entre le sapin spruce et le balsamier, et, dans l'opinion des naturalistes du Canada, est excellent pour la fabrication de la pâte de bois.

Après cet arbre, les plus importants représentants de la richesse forestière de cette contrée sont probablement le cèdre rouge et le cèdre jaune. On trouve le premier dans tout le pays, mais il atteint son plus grand développement sur la côte, où il dépasse en dimensions toutes les autres essences. En dehors de sa valeur commerciale pour la menuiserie, il est très recherché par le colon, qui s'en sert pour édifier sa maison, faire ses meubles et enclore sa ferme, et tout cela avec des outils les plus primitifs, grâce à la facilité que le fil droit de ce bois lui donne. Il a particulièrement une grande valeur pour les travaux d'intérieur, par sa couleur riche et le beau poli dont il est susceptible. Pour toutes ces qualités, il est très recherché dans l'est du Canada.

Le cèdre jaune ne cède qu'au précédent comme importance ; s'il est moins répandu et moins abondant, il est encore plus recherché. Il est très résistant et supérieur au pin Douglas pour la durée et acquiert également de très grandes dimensions.

Le cyprès, qu'on trouve en énormes quantités dans l'intérieur de l'île de Vancouver et sur le mont Benson, près de Nanaimo, arrive jusqu'à 300 à 400 *m* du bord de la mer. A l'extrémité de l'île, aux îles de la Reine Charlotte et sur la côte nord du continent, on le trouve en abondance. C'est avec ce bois que les Indiens Hydah construisaient leurs fameux canots de guerre, dont quelques-uns avaient 2,50 *m* de largeur

et 18 *m* de longueur, et pouvaient affronter les mers les plus dures sur les côtes.

Vient ensuite le sapin blanc, qu'on rencontre dans les terrains bas et marécageux et dans les deltas des rivières ; il se trouve disséminé dans les forêts de sapins et d'autres arbres et jamais en masses un peu importantes. Comme il est relativement rare et qu'il se prête à une foule d'usages, il a plus de valeur commerciale que le pin Douglas. Il arrive à peu près à la même grosseur, mais il acquiert moins de hauteur. On l'emploie largement pour faire des portes et fenêtres, des tonneaux, des caisses pour les fruits et le poisson et pour beaucoup d'autres usages analogues, pour lesquels il est préférable aux autres essences. C'est, par excellence, le bois propre à la fabrication de la pâte qui est sur le point de devenir l'une des plus importantes industries de la contrée.

Le sapin du Canada *(hemlock)* est un bois commun qu'on trouve en abondance sur les côtes. Il est très utile et a les mêmes emplois que le pin Douglas, et, pour cette raison, il n'est pas très recherché tant que le premier n'est pas encore épuisé.

Le pin blanc s'emploie surtout pour l'ébénisterie, mais est relativement rare. Le balsamier, au contraire, est très abondant surtout dans les vallées occupées par des cours d'eau, mais il a peu de valeur, sauf pour la pâte de bois. Si on en excepte le *yew* et le *tamarack*, dont il y a plusieurs variétés, les essences citées précédemment sont les seuls représentants de la famille des conifères.

Parmi les arbres annuels, l'érable à grandes feuilles, l'érable à sucre, l'aune, le pommier sauvage, le chêne, deux espèces de peupliers, le tremble, l'arbousier, le bouleau, le saule et le genévrier sont les principaux.

L'érable, l'aune et le genévrier sont d'excellents bois d'ébénisterie, bien qu'ils ne soient pas assez abondants pour cet emploi. Le peuplier, ou, comme on l'appelle couramment, le *cotton wood*, est appelé à être d'un grand usage pour la fabrication du papier. Le tremble est très commun dans l'île de Vancouver et dans les parties nord du continent. Le chêne est surtout rencontré dans le sud de l'île de Vancouver ; c'est un arbre rabougri et plein de nœuds qui est d'un aspect très pittoresque, mais qui a peu d'utilité. Le pommier sauvage est très abondant dans les parties marécageuses, au bord des rivières, des étangs, etc. On trouve les bois durs dans les terres basses et leur présence est un indice de l'aridité du sol.

Il n'y a aucune partie de la Colombie britannique où le bois ne soit plus que suffisant pour les besoins locaux. Il y a dans la province plus de quatre-vingt scieries, grandes et petites, qui pourraient scier, par jour, 2 millions de pieds ; elles se trouvent surtout sur la côte, mais le chiffre cité n'est jamais atteint; il varie entre 50 et 100 millions.

On a fait beaucoup d'estimations sur la quantité de bois disponible dans les forêts du pays ; elles oscillent entre 40 et 100 millions de pieds.

D'après les statistiques du Dominion, la superficie totale des forêts serait d'environ 650 000 km^2 (la superficie totale de la France est de 530 000) dont 3 000 km^2 seulement sont affermés, mais on ne doit pas baser la valeur commerciale sur le premier chiffre, parce que beaucoup

de terrain compté comme forêts n'est couvert que d'une végétation médiocre utilisable seulement pour les besoins locaux, comme chauffage ou bois de construction. L'avenir de l'industrie du bois dans la Colombie britannique est plein de promesses et ne peut manquer d'être brillant, lorsque la demande de l'étranger aura acquis toute son importance et surtout si le percement d'un canal dans l'Amérique centrale vient rapprocher les côtes nord du Pacifique de l'Europe.

Traction mécanique dans les villes. — Nous pensons que le document suivant peut fournir un document utile pour l'histoire de la traction mécanique sur les tramways.

Dans une réunion récente de l'Institut de Franklin, en réponse à la demande faite par un membre à fin de savoir si on avait en vue quelque moyen pour remplacer les chevaux dans la traction sur les chemins de fer dans les villes, *city passengers railroad*, il a été dit qu'on avait en vue la machine calorique, alors grandement en faveur, et qu'on s'occupait d'en faire une application à New-York. D'autres moyens étaient aussi en considération pour substituer des moyens mécaniques à l'emploi trop coûteux des chevaux.

On avait encore proposé l'usage de l'air comprimé emmagasiné sous une pression élevée et actionnant de petites machines à mouvement rapide commandant les roues du véhicule par l'intermédiaire d'engrenages. Ce système permettrait de ne pas modifier les voitures actuelles; les machines pourraient être placées sous le plancher ou sous les plates-formes et les réservoirs d'air logés sous les banquettes.

Au cas où la place manquerait pour avoir des réservoirs de volume suffisant pour alimenter la voiture pendant tout le trajet, on pourrait recharger ces réservoirs à des points intermédiaires du parcours, par exemple, à un croisement de lignes où on pourrait établir une station de compression avec réservoirs; le temps nécessaire pour recharger étant à peine supérieur au temps correspondant au raccord des tuyaux, soit une minute.

On franchirait les rampes qui se trouveraient sur le parcours par un changement du rapport des engrenages effectué par un débrayage mû par le machiniste, de manière à ne pas modifier la vitesse des machines tandis que celle de roues de la voiture serait réduite de moitié.

Ce système ne donnerait pas lieu aux objections ordinairement soulevées contre l'emploi de la vapeur, telles que danger d'explosion, chaleur, fumée, etc., et, l'échappement étant invisible, il n'y aurait pas à craindre de voir les chevaux s'effrayer. Un sifflet à air préviendrait de l'approche de la voiture et servirait d'avertisseur pour les divers cas.

Il paraît qu'une machine de ce genre était en construction à Philadelphie par les soins d'un ingénieur qui en avait déjà construit une qui fonctionnait avec succès sur un chemin de fer de mines. Les cylindres, au nombre de deux, étaient alimentés par de l'air à la pression initale de 14 *kg* contenu dans des réservoirs d'une capacité de 2 100 *l*. Avec cette quantité d'air, la machine parcourait 3 200 *m* en traînant six wagons chargés sur lesquels on pouvait placer 50 personnes.

Il n'y a dans cet emploi de l'air comprimé aucune invention nouvelle,

la chose ayant été déjà proposée et même essayée plusieurs fois, mais il y a dans cet emploi une application intéressante pour les chemins de fer des villes, laquelle réduirait certainement les dépenses de traction dans une large mesure, car chaque voiture sur ces chemins de fer demande six chevaux pour son service journalier.

Cette note est extraite du *Civil Engineer and Architect Journal* du 1er mars 1860.

On paraissait, du reste, se préoccuper beaucoup, à cette époque, de l'emploi de l'air comprimé, car nous trouvons dans un journal anglais à une date presque identique, *Artizan*, 1er avril 1860, la curieuse note suivante :

Une demande vient d'être adressée aux autorités de la ville de Paris, à fin d'autorisation pour l'établissement d'une distribution d'air comprimé analogue à une distribution d'air ou de gaz, cet air devant servir pour force motrice et être également appliqué à la ventilation, à l'élévation de l'eau, au soufflage des forges, etc. L'air proviendrait de réservoirs établis en dehors de la ville et chaque abonné aurait sa consommation constatée par un compteur. L'emploi de l'air ne présenterait aucun danger, car, même en cas de rupture d'une conduite, l'échappement de l'air n'aurait pas de conséquences fâcheuses. On voit que ce n'est que bien plus tard que cette idée a été réalisée.

Il est juste de rappeler qu'à une époque antérieure à celle à laquelle se rapporte ce qui précède, une machine à air comprimé avait déjà circulé en France sur un tramway. En effet, nous lisons dans un opuscule rempli de documents curieux intitulé « Notice historique sur l'emploi de l'air comprimé considéré comme force motrice et comme agent de locomotion, par A.-P.-H. Gauguin, Paris 1858 », que Julienne, constructeur-mécanicien, qui avait antérieurement réalisé une automobile à air comprimé, fit circuler en juin 1857, à titre d expérience, sur le chemin de fer américain de Rueil à Port-Marly, une automobile à air comprimé pesant 3 300 *kg* et chargé d'air à une pression initiale de 14 à 15 atmosphères. Cet air était contenu dans huit réservoirs en tôle d'une contenance totale d'environ 1 060 *kg* placés, partie sous le plancher, partie sous les deux banquettes. Cette voiture portait 20 personnes. Avec cet approvisionnement, la machine parcourait environ 2 500 *m*. Ces expériences furent interrompues parce qu'elles gênaient le service régulier de la ligne et ne furent pas reprises. Ce fait, qui parait peu connu, ne doit pas être oublié dans l'histoire de la traction mécanique sur tramways.

Moteurs à gazoline pour élévations d'eau. — L'*Engineering Record* donne les résultats d'intéressantes expériences faites par M. J.-W. Ledoux sur la consommation de gazoline de moteurs appliqués à l'élévation de l'eau. Il s'agissait d'installations faites sous sa direction à Westville N.-J. et à Opelika, Ala.

Dans la première de ces villes, il y a deux moteurs Otto de 13,5 *ch*, actionnant par courroies chacun une pompe triple à cylindres de 0,175 *m* × 0,203 *m* de système Deming. A Opelika, il n'y a qu'une machine et une pompe, des dimensions ci-dessus d'ailleurs.

Un essai préliminaire a été fait à Westville ; on a procédé avec un

frein et un indicateur. L'essai a duré 16 minutes et a fait constater une consommation de 0,462 *l* de gazoline par cheval au frein et par heure, avec un rendement organique de 80.4 0/0, la machine développant 15,3 *ch*, mesurés au frein sur l'arbre.

On a ensuite fait trois essais, deux avec la machine dite de l'ouest, commandant sa pompe, et un avec la machine de l'est également accouplée à sa pompe. Le tableau suivant donne les résultats obtenus dans ces trois essais :

Désignation des machines	Ouest	Ouest	Est
Durée de l'essai.	31 3/4	19 3/4	21 1/3
Nombre de tours par minute de la machine.	252	265	233
— — pompe. .	38,7	46,7	40,4
Hauteur totale d'élévation en mètres . . .	89,21	61,06	60,85
Volume par minute calculé litres.	585,2	707,8	609,4
— mesuré —	547,3	659,4	584,7
Différence pour cent.	6,5	6,5	3,7
Volume de gazoline dépensée litres	3,78	1,89	1,89
Travail en chevaux en eau montée	10,74	8,85	7,82
— sur l'arbre avec 65 0/0 de rendement pour la pompe	16,5	13,62	12,01
Gazoline consom. par cheval-heure machine	0,433	0,439	—
— — en eau montée	0,664	0,650	0,681

Le rendement des pompes en volume avait été admis à 65 0/0, mais il doit être plus près de 70, si on l'évalue d'une manière approximative par le rapport de la gazoline consommée par cheval sur l'arbre, d'après l'essai préliminaire à la gazoline consommée par cheval en eau montée; on trouve pour les trois essais : 69,3, 71,2 et 67,8 0/0.

Les résultats obtenus à Opelika sont particulièrement intéressants parce qu'ils se rapportent à une période d'une année entière. Pendant ce laps de temps, on a élevé 142 486 *mc* d'eau à une hauteur de 66,20 *m*, avec 22 172 *l* de gazoline. Il en résulte qu'un litre de gazoline donne un travail de 425 000 *kgm*, ce qui correspond à une dépense de 0,635 *l* par cheval-heure.

En admettant pour la pompe un rendement de 70 0/0, comme on l'a trouvé dans les expériences de Westville, on trouvera pour la consommation par cheval sur l'arbre du moteur, $0,635 \times 0,70 = 0,445$ *l*, chiffre qui diffère très peu de celui de 0,462 trouvé directement par expérience à Westville.

On peut conclure de ces chiffres que pour élever annuellement 100 000 gallons, soit 378 500 *mc* à 100 pieds, 30,50 de hauteur, il faudrait consommer 27 184 *l* de gazoline qui, à raison de 10 cents le gallon, soit 0,14 *f* environ le litre, représenteraient une somme de 3 806 *f*. L'appareil d'Opelika avait été installé en remplacement d'une pompe à vapeur qui donnait, lorsqu'elle était dans de bonnes conditions, un rendement de 20 millions de pieds-livres. Pour arriver au même prix avec la vapeur qu'avec la gazoline, il faudrait que le charbon ne coûtât que 20 *f* la tonne, mais la seconde conserverait encore l'avantage à cause de la moindre dépense de personnel.

Usine à gaz municipale de Vienne. — On construit en ce moment à Semmering, près Vienne, une usine à gaz pour le compte de la municipalité de cette capitale. Voici quelques détails donnés d'après le *Journal für Gasbeleuchtung* dans les Abstracts of Papers des *Proceedings of the Institution of Civil Engineers.*'

La surface totale occupée par l'usine est de 30 *ha*. Il y aura quatre gazomètres, chacun d'une capacité de 89 000 *mc*, une salle à cornues avec réservoirs d'eau, un bâtiment pour les scrubbers, condenseurs, épurateurs, aspirateurs et pour les appareils à essayer les tuyaux, plus des halles à charbon, des bureaux et des maisons d'habitation pour le personnel.

On doit pouvoir traiter annuellement 288 000 *t* de charbon ; cette quantité passera d'abord par les broyeurs, puis sera élevée par des appareils mécaniques dans des trémies situées au-dessus des massifs des fours, d'où le combustible sera porté par des trolleys aux cornues inclinées.

On devait d'abord établir les gazomètres avec la cuve en contre-bas du sol, mais ce plan n'a pas été trouvé praticable à cause de la nature très défavorable du terrain, et on a dû établir le niveau de l'eau dans les cuves à 7,80 *m* au-dessus du sol. La base de toutes les constructions a été également établie à une hauteur suffisante pour être à l'abri de l'inondation.

Les façades des bâtiments sont en briques ordinaires, l'effet d'ornementation étant obtenu par les lignes et par l'emploi de briques de différentes couleurs.

Chaque cuve de gazomètre a 62,85 *m* de diamètre et 12,20 *m* de hauteur ; les murs reposent sur une fondation en béton et ont 5,40 *m* d'épaisseur à la base et 1,60 *m* à la partie supérieure ; ils sont en briques maçonnées avec du ciment de Portland. Le fond des cuves a une forme conique, la tere est recouverte d'une couche de 1,50 *m* de béton posé par redans. Le bord supérieur de la cloche est à 50 *m* au-dessus du sol ; chaque cloche pèse 600 *t* et donne une pression de 0,30 *m* d'eau. Les gazomètres sont abrités sous une toiture de 65 *m* de portée. Le coût des quatre gazomètres avec les bâtiments qui les contiennent est estimé à 9 millions de francs.

La salle aux cornues a 225 *m* de longueur, 61 *m* de largeur et 15 *m* de hauteur depuis le sol des caves à coke jusqu'au haut des murs ; elle est couverte par une charpente à trois travées.

Le coke employé pour le chauffage des cornues est pris directement à la sortie de celles-ci ; le surplus tombe dans les caves à coke. Le volume maximum de gaz nécessaire pour le plus court jour d'hiver est de 425 000 *mc*.

Les salles des scrubbers et des condenseurs ont chacune 82 *m* de long et 20 *m* de large. Le bâtiment pour l'essai des tuyaux contient des machines à éprouver pour les tuyaux de 0,05 *m* à 1,20 *m* de diamètre. Ces tuyaux sont essayés à 8 atmosphères de pressision hydraulique et les robinets-vannes à 1 atmosphère de pression d'air.

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

AVRIL 1899.

Rapport de M. Ed. BOURDON sur **les élévateurs-transporteurs-pneumatiques**, de M. C. FARCOT, fils.

On a esssayé d'élever et transporter les grains par aspiration en opérant un vide de 0,300 *m* à 1 *m* d'eau dans un récipient dit séparateur, dans lequel vient déboucher un tube recourbé qui amène le grain. Ce système réussit avec les grains secs ou crus, mais non pas avec les grains germés qui, contenant beaucoup d'eau, deviennent très tendres et portent de longues radicelles, ce qui facilite leur agglomération et obstrue les tuyaux.

M. Farcot a été conduit, pour obvier à cette difficulté, à remplacer l'aspiration par un ventilateur soufflant qui comprime l'air à une pression d'environ 1*m* d'eau. Ces installations sont assez employées dans les brasseries. Il faut 45 chevaux-vapeur pour élever, par heure, 32 *t* de grains à une hauteur de 22 *m*. Cette dépense de force motrice est compensée largement par la diminution de main-d'œuvre, la simplification de la manutention, la rapidité d'opération, etc.

Rapport de M. VIOLLE sur **l'appareil automatique pour la production de l'acétylène** construit par M. BORDIER, d'après le système GUY.

Cet appareil se compose essentiellement d'une bâche à eau surmontée d'un réservoir contenant du carbure de calcium granulé que le jeu automatique d'un tiroir laisse tomber par petites portions dans l'eau. Le jeu de ce tiroir est réglé par l'action d'une poche en caoutchouc en relation avec la partie supérieure de la bâche où s'emmagasine le gaz produit, ce qui proportionne l'afflux du carbure avec la consommation du gaz. Cet appareil est peu embarrassant et est commode pour l'éclairage privé.

Rapport de M. VIOLLE sur **le Traité d'électricité**, de M. DACREMONT.

Rapport de M. DE LUYNES sur l'ouvrage de M. LARCHEVÊQUE, intitulé : **Fabrication de la porcelaine dure.**

Rapport de M. JORDAN sur **le Traité de métallurgie du fer,** de M. le capitaine GAYES.

Rapport de M. LINDET sur **le cuvier-laveoir-épierreur de blés.** de M. BOUTET.

Cet appareil opère en présence de l'eau, mais avec minimum de

durée de contact du grain et de l'eau, de manière à éviter l'imbibition du premier. Il se compose d'un plateau en fonte disposé horizontalement et tournant autour d'un axe vertical; il est creusé au centre en forme de cuvette; l'eau arrive au centre et se répand sur le plateau en nappe mince, puis se déverse à l'extérieur. Le blé, distribué au centre, arrive à la surface de l'eau, est entraîné par le mouvement centrifuge de celle-ci, surnage et passe en déversoir dans le caniveau extérieur, où s'effectue la séparation des grains légers. Les pierres, que le courant d'eau ne saurait entraîner à la surface du plateau, laquelle est rugueuse, viennent, par la rotation de celui-ci, se présenter à un jet d'eau fixe qui soulève les pierres et les chasse dans un caniveau spécial.

Étude géologique et agricole des terrains du département de la Lozère, par M. Ernest Cord *(suite).*

Note sur **le métier Millar,** par M. Ed. Simon.

C'est un métier à tricoter américain dans lequel l'inventeur, John Millar, de Providence (États-Unis), a cherché, comme plusieurs de ses devanciers, à neutraliser la trop grande élasticité de l'étoffe tricotée, nuisible pour certains usages. A cet effet, les mailles sont maintenues par une sorte de canevas produit en même temps que le tricot proprement dit et formé par l'entrecroisement à angle droit de fils rectilignes, les uns longitudinaux *(chaîne)* et les autres transversaux *(trame).* Bien que le rôle du nouveau métier se trouve ainsi notablement réduit, cette machine n'en constitue pas moins une invention digne d'être connue.

Étude sur **la production des machines-outils façonnant les métaux,** par MM. F. Huillier et Ch. Fremont.

Les intéressantes recherches dont il s'agit ont été faites dans les ateliers du chemin de fer de l'Ouest, dans le but de reconnaître quelle est la valeur de l'augmentation du frottement des organes d'une machine-outil pendant le travail de celle-ci.

Cette augmentation de frottement varie avec chaque machine et, pour une même machine, à diverses périodes. Ces variations sont dues aux différences :

1° De qualité et de quantité de la matière lubrifiante;

2° De l'état des surfaces frottantes en fonction de la pression, ces surfaces étant calculées pour recevoir une pression donnée; lorsque cette pression dépasse certaines limites, le frottement s'exagère et il y a échauffement et grippement;

3° De l'état des surfaces frottantes en fonction du temps; au début du fonctionnement, la machine dépense plus qu'après un certain temps de service, quand les parties en contact sont rodées et mieux polies; l'augmentation reparait plus tard, quand les surfaces sont usées ou grippées;

4° De direction de la courroie de commande, car l'augmentation de tension de celle-ci peut s'ajouter au poids de la transmission, des cônes, etc., ou, au contraire, l'alléger.

Les auteurs ont opéré sur un tour parallèle de 0,60 *m* de hauteur de pointes et ont évalué au dynamomètre de rotation le travail absorbé par la machine : 1° tournant à bloc à ses diverses vitesses; 2° en fonctionnant sous une production de travail connu mesuré au frein de Prony. Ce dynamomètre a une disposition spéciale d'enregistrement; il enregistre, en outre des efforts, la vitesse de la courroie de transmission.

Les auteurs ont trouvé qu'il n'était pas possible d'attribuer à une machine donnée un coefficient de rendement pour les raisons que : 1° le rendement, c'est-à-dire le rapport du travail utile au travail dépensé, est fonction de deux quantités, l'une est le frottement résultant du travail à blanc, et l'autre dépend de l'effort transmis ou du travail utile; 2° la première de ces deux quantités dépend de la qualité du graissage et de l'état des surfaces en frottement.

Ils ont cru préférable de rechercher le travail dépensé à *l'outil tranchant* ou l'effort *sur l'outil*, ce qui permet de calculer le travail utile en multipliant l'effort par l'espace parcouru par l'outil dans l'unité de temps; le rapport de ce travail utile en travail dépensé par la machine indique le rendement sous l'effort considéré.

Ces messieurs ont employé un appareil spécial fort ingénieux, auquel ils ont donné le nom de *toc dynamométrique*, pour évaluer l'effort à l'outil tranchant.

Un rapport intéressant est la valeur du travail net correspondant à la production de 1 *kg* de copeaux. Des tableaux donnent cette valeur pour un certain nombre de machines-outils. En voici quelques exemples : Un gros tour à roues de locomotives consomme 62 *kgm*, des tours parallèles 22, des fraiseuses de 42 à 67,5, des machines à percer de 35 à 62, des machines à raboter de 35 à 37.

Des essais ont été également faits sur des meules. les résultats obtenus sont fort curieux : il faudrait cinquante fois plus de travail pour enlever 1 *kg* d'acier à la meule qu'au tour; on constate aussi qu'il y a intérêt, au point de vue économique, à marcher sous une grande pression, soit en augmentant la pression totale, soit en diminuant la surface meulée, une partie du travail dépensé étant perdue par le freinage, le travail du meulage paraissant se diviser en deux phénomènes distincts : un travail de freinage qui, dans les essais, a été d'environ les deux tiers et un travail utile d'usure qui a été du tiers du travail total.

Les auteurs se proposent de continuer ces utiles et intéressantes recherches dans le but de déterminer les meilleures conditions dans lesquelles doivent fonctionner les machines-outils, au point de vue, notamment, de l'angle de coupe de l'outil, de la vitesse à la circonférence, de l'avancement, de la profondeur de la passe, etc. Des investigations de ce genre rendront de réels services à l'industrie de la construction des machines.

Sur **la décomposition de l'oxyde de carbone en présence des oxydes métalliques**, par M. O. Boudouard. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

Sur **la décomposition de l'acide carbonique en présence du charbon,** par M. O. Boudouard. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

Sur **l'aptitude explosive de l'acétylène mélangé à des gaz inertes,** par MM. Berthelot et Vieille. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

Propriétés et applications de l'aluminium, par M. Ditte. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)* (1)

Sur les applications de l'aluminium, par M. H. Moissan. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)* (2)

Notes de mécanique.

On trouve dans ces notes la description de la scie pour forger de Veilgaard et Mac Donald, de l'appareil Hampson pour liquéfier les gaz par le froid, du transporteur pour foins de Londen, des régulateurs Aspinall et Hepburn, du chargeur de haut fourneau de Slick et une note sur l'application des moteurs mécaniques à la traction des tramways, d'après M. Ziffer.

Programme des **prix proposés par la Société d'Encouragement** pour les années 1899 et suivantes.

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES

Quatrième trimestre de 1898 (fin).

Notice sur **le pont à transbordeur de Bizerte.** par M. Picard, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Ce pont est destiné à donner passage à la route de Tunis à Bizerte, très fréquentée aux environs de cette dernière ville et coupée par le canal qui relie le port de Bizerte à la mer, canal qui a 100 *m* de largeur.

La nécessité de laisser un passage libre à la navigation a amené l'emploi du système de pont à transbordeur de MM. de Palacio et Arnodin, déjà employé à Bilbao.

Les deux pylônes métalliques ont 57,75 *m* de hauteur et sont espacés de 109 *m* d'axe en axe. Le tablier est établi à 44 *m* au-dessus des quais, soit à 45,50 *m* au-dessus du niveau moyen de la mer. La plate-forme a 9 *m* de longueur sur 7,50 *m* de largeur ; elle comprend une voie charretière de 5 *m* au milieu pour les voitures et deux trottoirs de 1,25 *m* pour les piétons ; on peut y mettre 270 personnes sans voitures et 90 personnes avec la voie charretière totalement encombrée par des voitures

(1) Voir les *Informations techniques* d'avril, page 656.

(2) Même observation.

ou des bêtes de somme. La charge peut atteindre 25 *t* par fort vent et 55 *t* par temps calme.

Le moteur est constitué par une machine à vapeur de 15 *ch*; il y a deux chaudières dont une de rechange.

La dépense totale s'est élevée à 560 000 *f*.

Le transbordeur fonctionne régulièrement depuis le mois de juin 1898.

Appareil pour la pose mécanique des voies ferrées, par M. Dubois, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

On trouvera la description de cet appareil dans la note de notre Collègue et ancien vice-président, M. L. Rey, sur la construction du chemin de fer de Sfax à Gafsa, note insérée dans le Bulletin de décembre 1898, page 485, de notre Société.

Rôle nouveau du dragage mécanique des passes dans la régularisation des fleuves, par M. V. E. de Timonoff, Professeur à l'Institut des Ingénieurs de voies de communication, à Saint-Pétersbourg.

L'auteur, Membre de notre Société, a cherché à améliorer les conditions de navigabilité des grands fleuves par des méthodes plus sûres et moins coûteuses que la régularisation, telle qu'elle est appliquée aujourd'hui. Une longue analyse des travaux de ce genre exécutés en Europe et aux États-Unis, l'a conduit à proposer une méthode qu'il a appelée la régularisation par le dragage et l'appel des eaux. Cette méthode consiste essentiellement en ce que les eaux ne sont pas dirigées de force sur les seuils à améliorer; au contraire, on préserve ces seuils du danger d'être trop creusés; on opère sur ces seuils des coupures dont la largeur est réduite au minimum et dont, au contraire, la profondeur est la plus grande possible; l'eau est attirée à travers ces coupures et produit un véritable travail de régularisation.

Pour l'application heureuse et productive de cette méthode, deux conditions sont nécessaires :

1° Une étude préalable des lieux, étude prolongée pendant les travaux;

2° Des appareils de dragage puissants et économiques qu'on possède maintenant, grâce aux succès obtenus, depuis quelques années, par les constructeurs américains de dragues fluviales.

Note sur **une étude expérimentale de l'action de l'eau sous pression sur les maçonneries,** par M. P. Breuillé, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Le principe de ces expériences consiste à faire passer de l'eau sous pression à travers un cube de pierre, à recueillir l'eau pour apprécier la perméabilité de la pierre, à analyser cette eau pour se rendre compte de la décomposition, de la dissolution ou de l'entraînement des mortiers, enfin à juger, au moyen de tubes manométriques, des pressions intérieures qui se produisent dans le bloc expérimenté. On a opéré avec des actions continues de l'eau sous pression et des actions discontinues.

La première série d'expériences qui est résumée dans cette note a donné des résultats qui peuvent se formuler comme suit.

Les analyses chimiques des résidus n'ont rien donné de précis.

Avec l'action continue de l'eau sous pression, on a constaté que les débits à travers les blocs diminuent avec le temps, et les pressions intérieures augmentent.

Avec l'action discontinue de l'eau sous pression, les débits à travers le bloc augmentent avec le temps, et les pressions intérieures également. Dans les deux cas, les pressions intérieures tendent à se rapprocher de la pression de l'eau qui agit sur le bloc et en deviennent très voisines. Enfin un bloc a été disloqué par les pressions intérieures. Ces résultats sont d'autant plus dignes d'intérêt qu'aucune formule de calcul pour les digues en maçonnerie ne tient compte des pressions intérieures.

Note sur **le remplacement du pivot de la porte d'èbe aval,** rive droite de l'écluse de l'ouest du port de Dunkerque, par M. Perrier, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Le pivot de cette porte, lequel avait 200 *mm* de diamètre, était engagé à force dans un dé en acier coulé scellé dans le radier; ce pivot était cassé en trois morceaux dont l'un était engagé dans le dé. Tous les moyens employés pour l'arracher ayant échoué, on a eu l'idée ingénieuse de percer le fragment sur toute sa hauteur, d'ajuster au trou un tuyau en fer et d'y refouler de l'eau sous une pression de 150 *kg* par centimètre carré; sous un effort de 30 *t*, le pivot s'est décollé. Les dépenses de remplacement du pivot, y compris le démontage et le remontage de la porte, se sont élevées en totalité à 8 675 *f*. Les travaux ont duré du 12 août au 8 octobre 1898.

ANNALES DES MINES

Troisième livraison de 1899.

Statistique de l'industrie minérale de la France. — Tableaux comparatifs de la production des combustibles minéraux, des fontes, fers et aciers en 1897 et 1898.

La production totale des combustibles minéraux s'est élevée, en 1898, à 32 439 736 *t*, en augmentation de 1 642 107 *t* sur l'année 1897. Sur ce chiffre, il y a 31 907 641 *t* de houille et anthracite et 532 095 *t* de lignite; ce dernier est en notable augmentation sur l'année précédente (72 000 *t* environ). Pour la houille, c'est toujours le Pas-de-Calais et le Nord qui viennent en tête : le premier avec 13 614 000 *t*, le second avec 5 785 000; la Loire vient ensuite avec 3 755 400 *t*. Ces trois départements sont en augmentation sur l'année précédente.

La production des lignites est toujours presque entièrement concentrée dans le bassin de Fuveau qui a produit, en 1898, 450 316 *t* sur le total de 532 095. Le bassin de Manosque a donné 33 300 *t* et ceux de Bagnols et Orange 17 500 *t*. Le reste est insignifiant.

La production des fontes s'est élevée, en 1898, à un total de 2 534 427 *t*

en augmentation de 50 236 *t* sur l'année précédente. Sur ce total, il y a 2 308 177 *t* de fonte au coke, 6 754 *t* de fonte au bois (contre 7 653 *t* en 1897) et 19 496 *t* de fonte mixte (contre 19 119 *t* en 1897).

A un autre point de vue, la production se divise en 1 985 413 *t* de fonte d'affinage, 549 014 de fonte de moulage ou moulée en première fusion. C'est toujours le département de Meurthe-et-Moselle qui tient la tête avec 1 544 924 *t*; après vient le Nord avec 287 000 *t*, Saône-et-Loire avec 105 623, le Pas-de-Calais avec 79 484, les Landes avec 76 160 et le Gard avec 75 783.

La production totale des fers a été, en 1898, de 801 543 *t*, en augmentation de 17 577 *t* sur la production de 1897. On trouve, sur ce chiffre, 545 086 *t* de fer puddlé, 5 977 *t* de fer affiné au charbon de bois et 250 480 *t* de fer obtenu par réchauffage de vieux fers et riblons.

La Seine a produit 37 300 *t* de ce dernier contre 33 897 *t* en 1897. La production des rails en fer a été de 230 *t* contre 593 pour l'année précédente.

La production d'aciers de toute sorte a été de 1 441 633 *t*, en augmentation de 116 420 *t* sur l'année 1897. Sur ce total, on trouve 905 995 *t* d'acier Bessemer et 535 638 *t* d'acier obtenu au four Siemens-Martin. La production des aciers ouvrés a été de 1 138 633 *t*, en augmentation de 143 742 *t* en 1897. Les rails figurent pour 222 054 *t*, en augmentation de 30 194 *t*, les tôles pour 264 846 *t* contre 234 033 en 1897 ; l'acier fondu au creuset entre pour 15 411 *t* contre 10 091, et l'acier obtenu par réchauffage de vieil acier pour 8 273 *t* contre 8 194 en 1897.

COMMISSION DU GRISOU. — Note sur **les recherches récentes concernant les explosifs de sûreté**, présentée à la Commission, par M. G. CHESNEAU, Ingénieur en chef des Mines, Secrétaire de la Commission du grisou.

Cette note passe en revue les résultats des recherches faites dans les divers pays au sujet des explosifs de sûreté pour mines à grisou et les compare aux travaux faits en France sur la même question. La conclusion de l'auteur est que, d'une manière générale, la réserve avec laquelle a été accueillie à l'étranger la théorie française scientifique des explosifs de sûreté pour mines à grisou n'est point justifiée et qu'il n'y a point lieu, quant à présent, de renoncer à la simplicité de la formule française pour la remplacer par d'autres méthodes dont on n'entrevoit pas la supériorité.

Note sur **le système d'enclenchements par serrures Bouré**, par M. L. JANET, Ingénieur au Corps des Mines.

En dehors du système de la concentration des leviers, des aiguilles et signaux dans les postes, lequel ne peut s'appliquer par suite du prix élevé d'établissement qu'aux gares importantes et aux bifurcations, on a imaginé des systèmes de serrures de diverses natures établissant des liaisons entre les manœuvres des signaux et celles des aiguilles. Celui de M. Bouré, inspecteur général adjoint à la Compagnie P.-L.-M., qui fait l'objet de cette note, est destiné à parer à une lacune que présentaient ces appareils au point de vue de la sécurité. Ce système est sorti

de la période des essais et paraît constituer, tant au point de vue de la sécurité qu'en raison du prix modique des appareils, une solution des plus heureuses pour la protection des petites gares. Comme il nous serait impossible d'en faire comprendre la disposition sans l'aide de figures, nous renverrons à la note des *Annales* ceux de nos Collègues que la question intéresserait plus particulièrement.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 18. — *6 mai 1899.*

Notice nécrologique sur Friedrich Daniel Holberg.

Le principe de régulation de Siemens et les régulateurs américains à inertie, par A. Stodola.

Groupe de Dresde. — Chauffage sans fumée sur grille inclinée.

Groupe de la Thuringe moyenne. — Le celluloïd.

Bibliographie. — L'art de l'ingénieur dans l'antiquité, par C. Merckel.

N° 19. — *13 mai 1899.*

Ordre du jour et programme de fête de la XL[e] réunion générale de l'Association des Ingénieurs allemands à Nüremberg.

Notice nécrologique sur Trajan Rittershaus.

Effet utile des turbines héliçoïdales, par M. Möller.

Groupe d'Alsace-Lorraine. — Exploitation par l'électricité des grands chemins de fer.

Groupe de Hanovre. — La Leine et son importance industrielle. — Emploi des gaz pauvres et notamment des gaz de hauts fourneaux pour la production de la force motrice. — La houille et son rôle dans l'industrie.

Groupe de Carlsruhe. — Expériences faites sur le Rhin supérieur avec une drague suceuse de Kretz en décembre 1898.

Assemblée générale de l'Association des maîtres de forges allemands à Düsseldorf, le 23 avril 1899.

N° 20. — *20 mai 1899.*

Le principe de régulation de Siemens et les régulateurs américains à inertie, par A. Stodola *(fin)*.

Pont roulant portant plusieurs machines à percer radiales, construit par la fabrique de machines Theodor Bell et C[ie], à Kriens (Suisse).

Aubage des turbines Francis, par E. Speidel et W. Wagenbach.

Groupe de Franconie et de Haut-Palatinat. — Les exploitations de minerais de fer et les forges et aciéries en Suède.

Assemblée générale de l'Association des maîtres de forges allemands à Düsseldorf le 23 avril 1899.

Bibliographie. — Statistique des charpentes métalliques, par Theodor Landsberg.

N° 21. — *27 mai 1899.*

Machines à vapeur surchauffée, par R. Doerfel.

Emploi des fers à section en Z à la construction navale, par A. Meyerhof.

Système Hotopp pour la manœuvre des écluses du canal de l'Elbe à la Trave, par H. Arnold.

Groupe de Franconie et du Haut-Palatinat. — Influence de l'art de l'ingénieur sur le développement de la civilisation aux Etats-Unis.

Groupe de Francfort. — Les canaux de Panama et de Nicaragua aux points de vue technique, politique et commercial.

Groupe de Hambourg. — Développement de la construction des navires de plaisance.

Groupe de Cologne. — Le Volga considéré comme grande voie de navigation.

INFORMATIONS TECHNIQUES (1)

Ire SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.

1. — Le pont de Bonn. — On achève en ce moment, à Bonn, la construction d'un pont-route sur le Rhin pour remplacer un bac qui formait l'unique moyen de communication entre les deux rives.

Diverses considérations, entre autres les nécessités de la navigation très active en cet endroit, ont conduit à adopter un pont composé de trois arches métalliques, d'un passage métallique sur une rive et d'arches en maçonnerie sur l'autre rive. La longueur totale de l'ouvrage est de 607,79 *m*, l'arche principale a 187,20 *m* d'ouverture et les deux autres 93,60 *m* chacune.

Les piles et culées ont été fondées au moyen de bâtardeaux construits en pieux et palplanches et les travaux n'ont rien présenté de particulier. Elles ont été descendues à la profondeur de 17 *m* dans le sol composé de sables caillouteux.

L'arc principal est formé de deux poutres en arc écartées de 9 *m* et supportant, par des tiges de suspension, le tablier placé inférieurement. Ces poutres sont à deux rotules, la corde est de 187,50 *m* et la flèche de 29,60 *m*. Les arcs ont 10,55 *m* de hauteur aux naissances et 3,20 *m* au sommet. Le point le plus élevé est à 42 *m* au-dessus du niveau des eaux moyennes.

Les deux autres arches ont les arcs sous le tablier comme d'habitude. Ces arcs ont 7,66 *m* de hauteur aux naissances et 1,23 *m* au sommet. Le tablier a 14 *m* de longueur entre garde-corps, il comporte une voie charretière de 7 *m* qui devra servir, en outre, au passage du tramway de Bonn à Königswinter et deux trottoirs de 3,50 *m*.

La chaussée est formée de tôles cintrées recouvertes de béton sur lequel est établi un pavage en bois de 12 *cm* d'épaisseur.

Le pont est construit en acier doux ; le travail maximum admis est de 14,25 *kg* par millimètre carré, y compris la pression du vent et l'effet des variations de température.

Les travaux de fondation des piles ont commencé en août 1896. Le montage de l'arc principal (sur échafaudages) a été commencé en juin 1877 et terminé au mois de septembre de la même année. Le pont est à la veille d'être achevé. Le coût total de l'ouvrage entrepris pour la maçonnerie par la maison Schneider, de Berlin et, pour la partie métallique par la « Gutehoffnungshütte » est de 2 650 000 marks. La partie métallique pèse 3 220 tonnes.

(1) Cette partie est faite avec la collaboration de M. G. Baignères, Membre du Comité et de M. L. Périssé, Secrétaire.

2. — **Le canal de Soulanges.** — Ce canal, qui est sur le territoire canadien, est destiné à remplacer plusieurs canaux séparés qui permettent de franchir les rapides du Saint-Laurent. Il est en construction depuis 1893 et sera probablement ouvert au trafic cette année.

Le canal de Solanges va de Coteau Landing à la rivière Ottawa sur 22,5 *km* de longueur; il a quatre écluses franchissant une différence de niveau collective de 25,20 *m*, soit la moitié de la différence qui existe entre Montréal et le lac Ontario.

Les trois premières écluses sont à l'extrémité inférieure du canal et franchissent chacune 7,19 *m*; la quatrième a une chute de 4 *m* environ; le bief du sommet a 17 *km* de longueur. Les écluses ont une longueur utile de 82 *m* et une largeur de 13,9 *m*; elles sont construites en béton avec les parements en pierre de taille; les bajoyers contiennent des canaux pour activer le remplissage et la vidange; ces canaux communiquent avec la chambre de l'écluse par dix ouvertures de 0,75 *m* et le remplissage peut s'opérer en cinq minutes.

Le canal a 30,50 *m* de largeur au plafond avec des talus de 2 sur 1; on a eu beaucoup de peine à le creuser dans de l'argile molle. Une partie des talus est garnie d'un revêtement en pierres. Il y a sept ponts-routes et un pont de chemin de fer jetés sur le canal, tous sont des ponts tournants avec piles et culées en béton.

Le canal donnera passage à des navires de 2000 *tx* de jauge, ayant un tirant d'eau de 4,25 *m*. Les ponts et les écluses seront éclairés à la lumière électrique; et le canal lui-même le sera avec des lampes à arc de 2000 bougies placées à 150 *m* de distance, de sorte que la navigation pourra se faire de nuit en toute sécurité. Les ponts et les portes d'écluses seront manœuvrés électriquement le courant étant produit par des dynamos actionnées par des turbines fonctionnant sous une chute de 6 *m*. Le coût des travaux s'élèvera à un total d'environ 25 millions de francs. (*Engineer*, 28 avril 1899, page 409.)

3. — **Monument des sources de la Seine.** — En 1867, la Ville de Paris ayant acquis une partie des prairies sises à Saint-Seine (Côte-d'Or) au milieu desquelles sourdent les sources qui donnent naissance à la Seine, fit élever en cet endroit un monument formé d'une grotte élevée avec ces pierres trouées et fouillées communes dans la contrée, avec, en avant de la grotte, une figure de la *Nymphe de la Seine* du sculpteur Jouffroy, de l'Institut. La partie architecturale de ce monument était l'œuvre de V. Baltard et G. Davioud. Un jardin entoure la grotte et les eaux sorties de celle-ci s'y accumulent dans un petit bassin à l'issue duquel elles reprennent leur cours naturel. Ce monument était mal entretenu depuis longtemps et assez dégradé. Sur la proposition de la Commission du Vieux Paris, on étudie un projet de restauration. (*La Construction moderne*, 13 mai 1899, page 391, article illustré.)

4. — **Tunnel du Simplon.** — Le cinquième rapport mensuel sur les travaux de percement du Simplon indique qu'à la fin du mois d'avril, la galerie de direction atteignait une longueur de 973 *m* sur le côté nord et 462 *m* sur le côté sud, soit un total de 1435 *m*; les mouvements

moyens sont par jour de 5,86 *m* contre 5,80 *m* en mars du côté suisse et de 3,26 *m* contre 3,07 *m* en mars du côté italien. Le nombre total des ouvriers s'est élevé à 2 565 contre 1 844 en mars, soit 1 510 à l'extérieur et 1 055 à l'intérieur du tunnel.

Du côté nord, la galerie a traversé les schistes lustrés argileux. Les sources d'eau ont comporté 37 *l* par seconde au total. Du côté sud, le terrain traversé est le gneiss d'Antigorio compact et sec; on a cependant constaté de légères venues d'eau aux kilomètres 0,376 et 0,408. Les travaux ont été interrompus le 2 avril pendant 24 heures pour la vérification de l'axe du tunnel. (*Schweizerische Bauzeitung*, 13 mai 1899, p. 176.)

5. — **Alimentation d'eau de Londres.** — Pendant le mois de février dernier il a été distribué à Londres par jour en moyenne, 448 524 m^3 d'eau provenant de la Tamise, 243 737 provenant de la Lea, 162 718 de sources et puits et 1 085 des étangs de Hampstead et Highgate. Le volume total a donc été de 856 millions de litres en nombres ronds pour une population estimée à 5 892 550 personnes, ce qui donne une consommation moyenne de 145 *l* par tête. Les proportions des diverses provenances par rapport au total sont : Tamise 52,4 0/0, Lea 28,47, sources et puits 19,01, étangs 0,12.

D'après des renseignements fournis par Sir E. Frankland, dans son rapport sur les analyses faites sous sa direction pendant ce mois pour le Local Gouvernement Board, il ressort que le carbone provenant des matières organiques n'a été trouvé dans les échantillons analysés que dans la proportion de 0,042 à 0,339 pour 100 000. Ces chiffres sont en accord très complet avec ceux des analyses des chimistes des compagnies de distribution d'eau, lesquels chiffres sont de 0,024 à 0,388 pour 100 000. (*Engineer*, 28 avril 1899, p. 413.)

6. — **Grande drague pour canaux.** — La Société Cockerill, à Seraing, construit en ce moment pour la Russie un puissant appareil destiné au dragage des canaux. Il coûtera 2 millions et demi de francs.

Cette drague est construite sur le principe de la drague Beta employée sur le Mississipi, mais elle est beaucoup plus grande; elle doit pouvoir enlever 3 000 m^3 de sable, gravier, vase, etc. et les transporter à 200 *m* de distance. Des couteaux tournants détachent le terrain et le délayent dans l'eau de façon que le mélange puisse être refoulé par deux puissantes pompes actionnées chacune par une force de 1 400 *ch*.

La coque de la drague a 69 *m* de longueur sur 18,50 *m* de largeur; en fonctionnement, elle tire 1,37 *m* d'eau. L'appareil peut ouvrir un passage de 24 *m* de large et 4,20 *m* de profondeur sous l'eau. On brûlera du naphte comme combustible, on prévoit une consommation de 4 500 *l* par heure en pleine charge. Les réservoirs contiennent du combustible pour 24 heures de marche. L'équipage se composera de 36 personnes : 12 mécaniciens, 18 ouvriers et 6 employés.

Cette drague sera essayée sur l'Escaut à Anvers puis remorquée jusqu'aux environs de Saint-Pétersbourg où elle doit fonctionner. (*American Engineer and Railroad Journal*, mai 1899, p. 163.)

7. — **Démolition d'une cheminée.** — Une cheminée, sise à Wallsend-sur-Tyne, construite en 1879, ne servait plus, on décida de la démolir, opération qui fut exécutée le 14 janvier dernier. Cette cheminée avait 81 *m* de hauteur, 6,40 *m* de diamètre extérieur à la base et 4,25 *m* au sommet; la maçonnerie de briques avait 1,06 *m* d'épaisseur à la base et 225 *mm* au sommet.

On coupa les murs sur deux côtés à environ 90 *cm* de la base et on remplaça la maçonnerie par des blocs de bois de 45 *cm* de hauteur, 35 *cm* de largeur et 30 *cm* de longueur portant sur des coins de bois dur assez minces. Ces blocs étaient eux-mêmes composés de planches superposées et séparées par des blocs de bois de 7 *cm* d'épaisseur, disposition ayant pour but de laisser des intervalles vides qu'on remplissait de sciure de bois et de goudron. On fit cette opération sur une douzaine de mètres sur la circonférence; celle-ci étant, à cet endroit, de 20 *m* environ, il restait 8 *m* de maçonnerie.

Les blocs étant saturés de goudron et de paraffine, on établit un bûcher tout autour de la partie où la maçonnerie avait été enlevée, on y mit le feu et pendant quelques minutes on projeta de la paraffine sur les portions où la dose brûlait moins vite pour égaliser la combustion autant que possible. Exactement six minutes après l'allumage, la cheminée s'écroula tout d'une pièce dans le sens indiqué par l'enlèvement de la maçonnerie.

Le coût de l'opération n'a pas dépassé la moitié de ce qu'il eût été avec une démolition progressive à l'aide d'échelles et d'échafaudages, on a pu utiliser plusieurs milliers de briques retirées de la cheminée démolie. (*Iron and Coal Trades Review*, 14 avril 1899, page 642.)

8. — **Le Métropolitain de Paris.** — Par décret du 19 avril a été approuvée la substitution de la Compagnie du Métropolitain de Paris à la Société générale de Traction qui, par convention avec la Ville de Paris, en date du 27 janvier 1898, et par la loi du 1er avril suivant, avait obtenu la concession de ce réseau de chemins de fer.

Les dépenses de construction incombent à la Ville de Paris pour l'établissement de la plate-forme et des stations, à la Compagnie pour la superstructure, l'installation de la traction électrique et l'érection des édicules donnant sur la voie publique accès aux lignes.

La concession a une durée de trente-cinq ans, comptée, pour chacune des trois parties du réseau, à partir de son complet achèvement. Ces trois parties comprennent :

Première partie : la ligne de la porte de Vincennes à la porte Dauphine et à la porte Maillot, la ligne circulaire des boulevards extérieurs et la ligne du boulevard de Courcelles à Ménilmontant;

Deuxième partie : la ligne de la porte Clignancourt à la porte d'Orléans avec embranchement du boulevard de Strasbourg au pont d'Austerlitz et la ligne du cours de Vincennes à la porte d'Italie ;

Troisième partie : les lignes de la place Valhubert au quai Conti, du Palais-Poyal à la place du Danube et d'Auteuil à l'Opéra, par Grenelle.

La première partie, dont le développement total est de 42 *km*, doit être livrée à la Compagnie dans le délai de huit ans ; la deuxième partie, de

23 *km*, doit lui être remise par la Ville, dans les cinq années suivantes. Quant à la troisième partie, son exécution est actuellement considérée comme éventuelle et l'établissement par la Compagnie d'Orléans du prolongement de ses lignes jusqu'au quai d'Orsay, rend absolument inutile la ligne prévue de la place Valhubert au quai Conti du chemin de fer Métropolitain.

Le rapport qui a été présenté à l'Assemblée générale extraordinaire du 14 avril 1895, nous donne d'intéressants renseignements sur l'avancement des travaux.

La construction actuellement en cours pour l'Exposition de 1900 comprend :

I. La ligne n° 1 : porte Vincennes à la porte Maillot. . . .	10,650 *km*
II. Embranchement de l'Etoile à la porte Dauphine. . . .	1,700 *km*
III. Embranchement de l'Étoile au Trocadéro.	1,600 *km*
TOTAL. . .	13,950 *km*

Les stations dont la construction est la plus avancée sont celles des gares de Lyon, Hôtel-de-Ville, Louvre, Palais-Royal, Tuileries, Concorde, Champs-Élysées. On procède à la mise en place des toitures métalliques de ces gares. La voie courante, en souterrain maçonné, est en construction au moyen de onze boucliers. Une usine centrale est en voie d'établissement ; elle comprendra trois groupes d'électrogènes de 1 500 kilowatts, fournis par le Creusot : un premier groupe à 600 volts continus pour sections voisines de l'usine, et deux autres groupes de 500 volts triphasés avec sous-station transformatrice à la place de l'Etoile, transformant à 600 volts.

Le matériel roulant comprendra, pour 1900, 46 voitures motrices munies de deux électromoteurs Westinghouse et 115 voitures d'attelage; les rails sont du type de 52 *kg* au mètre avec une longueur de 15 *m*.

En ce qui concerne l'exploitation, la Compagnie s'est engagée à ne pas dépasser, comme tarif, 0,25 *f* pour la première classe et 0,15 *f* pour la seconde; le matin il sera délivré des allers et retours, en deuxième classe, au prix de 0,20 *f* et les enfants des écoles seront transportés pour 0,05 *f*.

A titre de redevance à la Ville et pour faire face aux charges de l'emprunt contracté par celle-ci pour la construction, la Compagnie abandonne 0,05 *f* par billet de 0,15 ou 0,20 *f*, et 0,10 *f* par billet de 0,25 *f*.

L. P.

II[e] SECTION

Mécanique et ses applications. Locomotives, Machines à vapeur, etc.

9. — **Locomotives pour l'Afrique méridionale.** — Ces locomotives, construites par Beyer et Peacock, de Manchester, pour la ligne de Pretoria à Pietersburg, sont pour la voie de 3 1/2 pieds 1067 *m*. Elle doivent pouvoir remorquer des trains de 212 *t*, sur un profil comportant des rampes de 20 0/0 et des courbes de 150 *m* de rayon ; la

charge était limitée à 12 000 *kg* par essieu et la machine devait porter 7 000 *l* d'eau et 3 000 *kg* de combustible.

On a adopté une locomotive à trois essieux couplés, un bissel à l'avant et un bogie à l'arrière, type $\overline{PP}CMC\overline{P}$ (1); total, six essieux.

Les roues motrices et accouplées ont 1,17 *m* de diamètre, et les roues de support, 0,76 *m*. L'écartement des essieux parallèles est de 3,15 *m* et l'écartement total de 8,62 *m*. Les cylindres ont 0,406 *m* de diamètre, 0,560 *m* de course. La chaudière a une surface de grille de 1,58 m^2, et une surface de chauffe totale de 90,2 m^2 ; il y a 185 tubes de 3,05 *m* de longueur ; la pression est de 12 *kg*.

La machine pèse, avec ses approvisionnements complets, environ 57 000 *kg*, dont 36 000 sur les essieux adhérents, ou 63 0/0 seulement. (*Engineer*, 5 mai 1899, page 443, article illustré.)

10. — **Locomotives pour trains de 2 000 tonnes.** — Les trains de marchandises de plus de 2 000 *t* (1812 *t* métriques), bien qu'encore exceptionnels, ne sont pas inconnus aux États-Unis (2).

Le Lehigh Valley R.R. possède des machines qui remorquent régulièrement des trains de ce poids, sur un parcours de 290 *km* comportant des rampes de 4 millièmes, dont l'une a 60 *km* de longueur. Ces machines pèsent 79 *t*, dont 70, environ, servent à l'adhérence ; le tender pèse 18 *t* à vide et 44 chargé, de sorte que le poids total du train atteint 1 935 000 *kg*. Elles appartiennent au type *Consolidation* et ont, par conquent, quatre essieux accouplés et un essieu porteur convergent à l'avant. Les unes sont du système ordinaire, d'autres du système compound, type Vauclain, à quatre cylindres, mais toutes ont de longs et larges foyers pour brûler du poussier d'anthracite et du charbon menu ; l'abri du mécanicien se trouve sur le côté du corps cylindrique, à l'avant de la boite à feu, et un toit se projette de l'arrière de celle-ci pour abriter le chauffeur, qui est sur l'avant du tender ; il n'y a aucune plate-forme sur la locomotive. Voici les dimensions principales de ces puissantes machines.

Diamètre des cylindres (machine ordinaire). .	534 *mm*
— — — compound) .	432 et 712 *mm*
Course des pistons.	762 *mm*
Diamètre des roues accouplées	1,575 *m*
— — porteuses.	0,915 *m*
Écartement des essieux parallèles.	4,955 *m*
— total.	7,750 *m*
Diamètre du corps cylindrique	1,677 *m*
Surface de grille.	7,160 m^2
Surface de chauffe totale	279 m^2
Longueur des tubes (nombre 300)	4,60 *m*
Hauteur de l'axe du corps cylndrique. . . .	2,69 *m*
Capacité des caisses à eau.	17 000 *l*
— des soutes à charbon.	9 000 *l*

(1) L'explication de ce mode de désignation a été donnée dans le *Bulletin* de mai 1898, page 919.

(2) Voir Chronique de décembre 1898, page 565.

Ces machines ont des tiroirs à pistons placés sur les cylindres pour les machines ordinaires. (*Engineer*, 28 avril 1899, page 421.)

11. — **Un train de charbon aux États-Unis.** — Un train de charbon d'un poids exceptionnel a été récemment transporté sur le Baltimore and Ohio R.R., entre Cumberland et Brunswick, distance 160 *km*. Ce train se composait de cinquante wagons en acier de 45 000 *kg* de capacité, pesant chacun, à vide, 15 400 *kg* et portant 44 400 *kg* de charbon ; il était remorqué par une machine type Consolidation à cylindres de 559 × 711, et roues de 1,372 de diamètre :

Le poids total du train s'établit comme suit :

Wagons	770 000 *kg*
Charbon.	2 200 000
Machine.	76 400
Tender . . . . , .	34 000 *kg*
TOTAL.	3 080 400 *kg*

La charge utile représente donc 71,6 0/0 du poids total du train complet, et 74 0/0 du poids du train, non compris la machine et le tender. (*Engineer News*, 11 mai 1899, page 293.)

12. — **Condenseur indépendant.** — On emploie fréquemment, notamment dans les stations centrales d'électricité, des condenseurs indépendants. MM. W. H. Allen fils et Cie, de Bedford, viennent de construire un de ces appareils, établi pour condenser à l'heure 11 000 *kg* de vapeur.

C'est un condenseur tubulaire de 186 m^2 de surface totale ; l'enveloppe est de forme cylindrique en fonte, avec les plaques tubulaires en bronze et les tubes en cuivre étiré. Les pompes à air et de circulation sont actionnées par une machine compound verticale à deux cylindres de 0,254 et 0,432 *m* de diamètre, 0,356 *m* de course. L'arbre des manivelles porte deux volants pour permettre à l'appareil de fonctionner à une vitesse modérée. La pompe à air, à double effet, a 0,635 *m* de diamètre et la pompe de circulation 0,488, la course étant la même que celle des cylindres à vapeur. La machine fait 60 tours par minute en marche normale, ce qui correspond à la condensation de 11 000 *kg* de vapeur par heure, à un vide de 0,685 à 0,710 *m* de mercure. Cette dépense de vapeur représente 2 000 *ch*. L'appareil pèse 19 500 *kg*. (*Engineer*, 24 avril 1899, page 389. Article illustré.)

13. — **Pompe centrifuge de grandes dimensions.** — La Société Tangyes, de Birmingham, vient de construire, pour des irrigations dans la Guyane anglaise, une pompe centrifuge qui doit débiter un volume de 305 m^3 par minute. Le corps est en fonte, la roue a 1,85 *m* de diamètre et les orifices d'aspiration et de refoulement 1,35 *m*. L'axe est relié par un manchon d'entraînement avec l'arbre de la machine placée à côté. Celle-ci est une machine compound horizontale à deux cylindres de 0,330 et 0,635 *m* de diamètre et 0,610 *m* de course, et peut fonctionner à des pressions initiales de 8,5 à 10 *kg*. Les cylindres sont à

enveloppes de vapeur, recouverts d'une couche de carton d'amiante et d'une feuille de tôle d'acier. Le cylindre à haute pression est muni d'une détente variable du type Meyer. La machine est à condensation, la pompe à air verticale est mue par une manivelle fixée à l'extrémité de l'arbre opposée à la pompe centrifuge. Il y a un éjecteur à vapeur pour amorcer celle-ci au départ. Ces appareils sont très employés dans les cultures de canne à sucre aux Indes Occidentales. (*Engineer*, 28 avril 1899, page 407. Article illustré.)

14. — **Margeur automatique pour presse à imprimer.** — Depuis longtemps, tous les constructeurs de presses à imprimer et nombre de spécialistes cherchaient à créer un appareil automatique remplaçant le margeur, c'est-à-dire l'ouvrier qui présente aux griffes de la presse le papier à imprimer, mais on n'avait pas jusqu'ici trouvé une solution satisfaisante. M. Rymtowtt-Prince, de Genève, qui se livre depuis six ans à de patients travaux, vient de soumettre à un certain nombre d'imprimeurs de cette ville un margeur automatique de son invention. Les hommes du métier qui l'ont vu fonctionner ont été fort satisfaits des résultats obtenus.

Le margeur automatique de M. Rymtowtt-Prince peut s'appliquer à tous les systèmes de machines à imprimer, à lithographier et même à celles à plier; son mécanisme est très simple et les changements que nécessitent les différents formats de papier s'opèrent très rapidement.

Cet appareil se compose de deux parties distinctes : le margeur proprement dit et le distributeur. Le margeur, commandé par des bras mobiles, contient des pinces destinées à saisir les feuilles de papier sur la table supérieure de la machine à imprimer et à les amener jusqu'au repère de la table inclinée, d'où les entraîneurs du cylindre imprimeur les saisissent pour les transporter sur la forme; à cette partie appartient aussi le mécanisme faisant fonctionner les ventouses à air qui soulèvent la feuille supérieure et la placent dans les pinces.

La seconde partie de l'appareil, qui est la plus importante, comprend le distributeur qui est placé en arrière de la table supérieure, et qui est destiné à séparer la première feuille du tas de papier et à ne jamais permettre aux ventouses de prendre et entraîner, soit par la force de l'air, soit par l'adhérence du papier, plus d'une feuille à la fois, à quelque vitesse que la machine marche, ce qui est excessivement important.

Ce margeur peut travailler non seulement à toutes les vitesses, mais il prend indistinctement tous les formats de papier et surtout toutes les forces, depuis le plus épais jusqu'au plus fin papier pelure. (*Journal de Genève* du 24 mai 1899.)

15. — **Voiture automobile à gazoline pour chemins de fer.** — On a essayé récemment sur les lignes de Pensylvanie et sur le Cleveland-Cincinnati-Chicago and Saint-Louis Railroad, un nouveau modèle de voiture automobile à gazoline, construit par la Jewett Car C°, de Jewett, Ohio.

La caisse de la voiture a 12,70 *m* de longueur et est portée sur deux trucks à quatre roues chacun: ces trucks ont 1,37 *m* d'écartement d'es-

sieux. L'appareil moteur est monté sur le truck avant, de manière à être complètement indépendant de la caisse. Le poids total de la voiture vide est de 19 000 *kg*.

Le moteur, de 45 *ch*, est à trois cylindres verticaux. L'arbre de la machine porte, à une de ses extrémités, un volant et, à l'autre, une poulie qui actionne par courroie un arbre intermédiaire, lequel commande, par un mécanisme à vitesse variable, un second arbre intermédiaire relié lui-même par engrenages avec l'essieu d'avant du truck moteur.

La partie essentielle et la plus intéressante de la transmission est le mécanisme à vitesse variable. Elle consiste en deux troncs de cônes opposés par leurs petites bases et pouvant s'écarter ou se rapprocher sous l'action d'une commande à la main du conducteur. Dans la gorge, en forme de V, formée par les deux troncs de cônes, est une courroie d'une disposition spéciale dont les bords portent sur les surfaces coniques et par des circonférences plus ou moins éloignées de l'axe suivant que les roues sont plus ou moins rapprochées; si les cônes sont à leur écartement extrême, la courroie porte sur une partie cylindrique qui ne tourne pas. Cette disposition sert non seulement à varier la vitesse de la voiture sans que celle du moteur change, mais aussi à laisser le moteur en mouvement pendant les arrêts courts de la voiture et à le mettre en mouvement avant le démarrage du véhicule.

La voiture porte un frein à air comprimé; au-dessous du plancher est un réservoir et des tuyaux de circulation pour rafraîchir l'eau de refroidissement des cylindres. La vitesse prévue était de 40 *km*, mais dans les essais on a atteint, dans des conditions favorables, des vitesses de 65 *km* à l'heure. (*Railroad Gazette*, 5 mai 1899, page 313. Article illustré.)

16. — **Voiturette de Dion-Bouton.** — Il nous a été donné d'essayer dernièrement la nouvelle voiturette que MM. de Dion et Bouton, les grands constructeurs d'automobiles, viennent d'achever; on peut affirmer que c'est une merveille de mécanique et de construction.

Le moteur vertical, d'une force de 3 *ch*, analogue aux moteurs de tricycle, est tout à fait bien équilibré, ce qui réduit au minimum la trépidation; il transmet son mouvement à l'arbre d'arrière au moyen de pièces cylindriques de friction qui assurent deux vitesses; la petite vitesse n'est guère utilisée que pour les démarrages, car même à la grande vitesse, la petite voiture avec deux voyageurs de poids respectable, gravit allégrement des rampes de 10 0/0. L'allumage est électrique, le commutateur est manœuvré par une pédale. Le conducteur a devant lui un minuscule guidon, qui permet les virages dans un rayon de 6 à 7 *m*, au-dessus duquel se trouve un volant en aluminium qui commande dans un sens la grande vitesse et dans l'autre la petite vitesse; au-dessous du volant se trouvent les deux manettes de carburateur et d'avance à l'allumage.

La voiturette de Dion-Bouton est le véhicule idéal pour la promenade; sa vitesse atteint très facilement 25 à 30 *km* à l'heure en moyenne, et sa conduite n'est pas plus difficile que celle du tricycle automobile des mêmes constructeurs. L. P.

17. — **Le plus grand moteur à gaz actuel.** — On dit que le plus grand moteur à gaz qui existe actuellement est un moteur qui fonctionne dans la fabrique de la Compagnie électrique Westinghouse, à East Pittsburg, Pa. Il développe 650 *ch* à la vitesse de 150 tours par minute et fonctionne sans interruption depuis un an. Ce moteur a trois cylindres verticaux. Il y a une explosion par tour de la machine et l'allumage se fait par l'étincelle électrique. Il actionne directement une génératrice Westinghouse à huit pôles de 400 kilowatts sous 550 volts, pouvant soutenir une surcharge continue de 30 0/0. La marche est contrôlée par un régulateur qui règle le volume du mélange explosif admis au cylindre suivant la vitesse. La Compagnie Westinghouse a en construction une machine de 1 500 *ch* du même modèle; ces moteurs fonctionnent au gaz naturel ou au gaz de gazogène. Dans ce dernier cas, la consommation correspond, pour les grands moteurs, à moins de 0,450 *kg* de charbon par cheval. (*Engineering News*, 4 mai 1899, page 283.)

18. — **Coussinets en gaïac.** — C'est avec quelque surprise que nous avons vu, dans une revue hebdomadaire justement estimée, un article intitulé : « Coussinets en gaïac » dans lequel on signalait l'excellente idée qu'avait eue l'inventeur d'établir des coussinets formés de bandes de gaïac disposées suivant les génératrices et emmanchées dans des rainures en queue d'aronde pratiquées dans le métal du coussinet.

Ce système est loin d'être nouveau; il est employé depuis bientôt cinquante ans dans la marine pour les coussinets d'arrière des arbres d'hélice. Son introduction est due au célèbre John Penn qui l'appliqua, pour la première fois, sur l'*Himalaya*, en 1855. Le brevet d'importation, en France, fut pris aux noms de Penn et de notre ancien Collègue, l'éminent constructeur du Havre, F. Mazeline, à la date du 19 juin 1856, n° 16758 (1). L'emploi de ces coussinets a rendu d'immenses services et contribué largement a rendre pratique l'emploi de l'hélice.

19. — **Vitesse des projectiles.** — Une vitesse de 3 000 pieds (915 *m*) par seconde a été enregistrée dans les récents essais faits, à Indian Head, du nouveau canon de 6 pouces et 45 calibres de la marine des Etats-Unis. Les canons Krupp de 15 et 16 *cm* emploient des projectiles pesant 37 et 50 *kg* respectivement, et ont donné une vitesse à la bouche de 804 *m*; ces pièces ont une longueur de 50 calibres. Le canon Krupp de 21 *cm* lance un projectile de 108 *kg* et lui imprime une vitesse de 860 *m*; on a obtenu la même vitesse d'une pièce Krupp de 24 *cm* lançant un projectile de 160 *kg*.

Le canon Schneider-Canet, à tir rapide, de 15 *cm*, employant un projectile de 40 *kg*, donne, avec des longueurs respectives de 45, 50 et 60 calibres, des vitesses de 800, 840 et 900 *m*. Le canon de 6 pouces, d'Elswick, de 50 calibres, a, dit-on, donné une vitesse de 897 *m* par seconde, mais les autorités navales britanniques considèrent que cette vitesse n'est pas à rechercher à cause de l'énorme usure des pièces. Les

(1) Voir *Publication des brevets*, tome LVII, page 412 et planche XLIII.

résultats complets des essais américains n'ont pas été encore publiés; on attribue leur valeur à l'emploi d'une nouvelle poudre sans fumée. (*Engineering News*, 4 mai 1899, page 291.)

IIIe SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, Sondages, etc.

20. — **Artifice employé dans un sondage.** — Il arrive fréquemment dans les sondages que l'outil, rencontrant une faille dans la roche, dévie de la ligne droite, et qu'on a beaucoup de peine à ramener le trou dans la bonne direction.

Dans un sondage récent (aux États-Unis, évidemment, bien que l'endroit ne soit pas indiqué), le cas s'est présenté et, après bien des tentatives, on dut suspendre les travaux. Heureusement, l'Ingénieur chargé de l'opération conçut l'heureuse idée de cuire la roche avec le gaz naturel qui servait à chauffer la chaudière de la machine du treuil. On descendit dans le trou de sonde une ligne de tuyaux de 3 pouces contenant une autre ligne de tuyaux plus petits servant à amener le gaz, l'air passant dans l'espace annulaire; on avait ainsi un fort bec Bunsen. Après avoir soumis la roche calcaire à une chaleur considérable pendant plusieurs heures, on arrêta l'accès du gaz et on envoya de l'eau dans le trou; la roche se trouva transformée en chaux éteinte et complètement désagrégée, et le travail put être repris sans difficulté. (*Iron and Coal Trades Review*, 7 avril 1899, page 588.)

21. — **Production directe de l'acier du minerai au haut fourneau.** — M. Dimitri Tschernoff, de Saint-Pétersbourg, a lu, à la dernière réunion de l'*Iron and Steel Institute*, à Londres, au commencement de mai, une note sur la production directe de l'acier du minerai au haut fourneau.

Le fourneau destiné à cette opération est établi de façon que la double opération de la réduction de l'oxyde et de la fusion du métal s'y opère, mais elle se fait à des niveaux différents et sous l'influence de courants de gaz différents. La réduction se fait dans la partie supérieure, les gaz réducteurs sont à une température très élevée et sont introduits dans une partie qui correspond à la zone de cémentation dans le haut fourneau ordinaire; de là ils montent en opérant la réduction du minerai, qui descend lui-même. Les gaz destinés à opérer la fusion sont introduits à la base du fourneau ; ils montent, en rencontrant le métal et le laitier, dans une partie étranglée; ils s'échappent de là à l'extérieur, tandis que le métal et le laitier tombent à la partie inférieure dans des creusets séparés.

On obtient le métal désiré, fonte, acier ou fer en variant la composition de la charge et celle des gaz de réduction et de fusion. Pour la fonte, on ajoute au minerai environ 5 0/0 de charbon de bois ou de coke et on augmente le volume des gaz injectés; pour le fer, on n'ajoute pas de charbon à la charge, on réduit la température des gaz réducteurs

et on augmente celle de la partie où s'opère la fusion; on retarde ainsi la réduction et la carburation et on accroît la rapidité de la descente du métal et de sa fusion, Pour l'acier plus ou moins doux, on se maintient dans des valeurs intermédiaires. (*Iron and Coal Trades Review*, 12 mai 1899, page 819, article illustré.)

22. — **Sur la possibilité d'importer des charbons américains en Suisse.** — Il résulte d'un rapport consulaire américain que la différence entre le prix des charbons allemands et celui des charbons américains rendus en Suisse ne dépasserait pas 2,50 *f* par tonne.

En 1897, il a été importé en Suisse 1 218 000 *t* de houille valant 32 millions de francs, 122 500 *t* de coke valant 4,3 millions et 257 600 *t* de riquettes d'une valeur de 7 126 000 *f*. En 1898, l'Allemagne a importé en Suisse 998 600 *t* de houille et 102 650 *t* de coke, ce qui représente 7,1 et 4,8 0/0 de l'exportation totale de l'Allemagne. Le même rapport conseille d'établir un dépôt central pour les charbons américains à Kehl, sur le Rhin, qui n'est qu'à 50 *km* de Bâle. Le charbon y serait amené par eau de Rotterdam. Il s'agit de savoir si les autorités allemandes verraient d'un bon œil la concurrence ainsi faite aux charbons de leur pays. (*Schweizerische Bauzeitung*, 20 mai 1897, communiqué par M. M. Svilokossitch.)

23. — **Époque de la première exploitation de la houille.** — On a célébré l'année dernière à Liège, le 700e anniversaire de la découverte de la houille, cette date étant basée sur le fait qu'on rapporte dans tous les ouvrages sur la matière, que la houille a d'abord été découverte sur le continent à Liège en 1198.

F. Buttenbach a publié à Aix-la-Chapelle chez Ignaz Schweitzer en 1898, une brochure dans le but de démontrer l'inexactitude de cette assertion, la houille ayant été découverte en 1113, c'est-à-dire 85 ans plus tôt, à Kirchrath sur la Wurm et ayant été exploitée depuis sans interruption. L'auteur, un Ingénieur des mines dont les écrits sont très appréciés, base ses appréciations sur des documents trouvés dans les archives de l'abbaye de Klosterrath et allant de 1104 à 1793. La description du développement progressif de l'industrie minière dans le pays est pleine d'intérêt. Il est remarquable qu'avec les notions de géologie tout à fait rudimentaires de l'époque, les moines de Klosterrath aient pu conduire les travaux souterrains comme ils l'ont fait. Dans les temps troublés de la Révolution française l'abbaye fut fermée et ses propriétés vendues en 1797; les mines passèrent entre les mains de particuliers. Actuellement, celles du côté allemand appartiennent à une société qui en possède également plusieurs situées sur le territoire hollandais. (*Iron and Steel Institute*, 1898, page 149.)

24. — **Câbles de mines.** — La direction des mines à Breslau a dressé des statistiques intéressantes sur les câbles d'extraction employés dans le district. En 1882, la proportion des câbles rompus était de 9,62 0/0 tandis qu'en 1897, elle était réduite à 1,83 0/0. Ce résultat est sans aucun doute attribuable à la diminution de l'emploi de câbles plats et à l'usage de matériaux de qualité supérieure.

En 1897, en effet, non moins de 93,9 0/0 des câbles étaient faits en fils d'acier fondu au creuset.

On cite un cas singulier de rupture arrivé au charbonnage de Wasmes, en Belgique, sur un câble d'extraction remontant une cage portant dix-sept mineurs ; la cage tomba de 480 *m* de hauteur. La cage fut réduite en atomes et les malheureux ouvriers en une masse de débris informes. On constata que les guides s'étant brisés à un endroit, la cage s'était coincée et que le câble, tirant toujours, avait fini par rompre ; il se serait rompu même avec une résistance cinq fois plus grande. Le câble avait été examiné quelques jours avant et avait été trouvé en excellent état. Cet accident montre la nécessité de faire aussi un examen fréquent du guidage. *(Iron and Steel Institute*, 1898, page 431.)

25. — **Grandes tôles d'acier.** — La Compagnie des Acieries de l'Illinois a récemment obtenu dans ses usines de South Chicago, deux tôles d'acier qui pourront compter parmi les plus grandes qui aient été laminées aux Etats-Unis.

Ces tôles ont été obtenues avec des lingots venus de fours à sole et étaient destinées à former les enveloppes de boîte à feu de locomotives pour le Cleveland-Cincinnati, Chicago and Saint-Louis R. R. Chacune des tôles finies avait 3,15 *m* de largeur sur 5,59 *m* de long d'un côté et 6,02 *m* de l'autre. Avant d'avoir leurs bords affranchis, ces tôles avaient 3,251 *m* sur 9,144 *m* l'une et 3,315 *m* sur 9,525 *m* l'autre. Les lingots d'où elles provenaient avaient une section transversale de 0,457 *m* × 1,016 *m*. L'épaisseur moyenne des tôles était de 14,73 *mm*. Le poids des lingots était de 3 940 *kg* pour chacun et celui des tôles affranchies de 2 248 *kg* pour l'une et de 2 246 pour l'autre. On voit que leur poids ne dépasse guère la moitié de celui du lingot parce qu'on a coupé 2,10 *m* d'un côté et 0,90 *m* de l'autre. *(Iron and Steel Institute*, 1898, page 525.)

26. — **Université de Birmingham.** — Le célèbre et richissime maître de forges américain, André Carnegie (1), qui est d'origine écossaise, vient d'écrire à M. Chamberlain pour lui signaler les grands avantages que l'industrie du fer et de l'acier a retirés de l'enseignement, tel qu'il est organisé à l'Université de Cornell et pour offrir, dans le cas où les citoyens de Birmingham consentiraient à modeler sur cette université celle qu'ils s'occupent de créer dans leur ville, de contribuer aux frais pour une somme de cinquante mille livres sterling (1 250 000 *f)*.

D'autre part, M. Chamberlain a fait savoir au lord-maire de Birmingham qu'un de ses amis, qui désire garder l'anonyme, offre dans le même but un don de 37 500 livres (937 500 *f)* à la condition que le chiffre de 250 000 livres (6 250 000 *f)* qui a été demandé au public par voie de souscription, soit atteint. Or à l'heure qu'il est, il ne reste plus qu'une somme presque insignifiante pour parfaire ce chiffre. *(Journal de Genève, supplément*, 22 mai 1899.)

(1) Les journaux américains annoncent que M. Carnegie vient de se retirer complètement des affaires après avoir cédé ses établissements à un syndicat pour une somme de 750 millions de francs. Les établissements Carnegie ont fabriqué l'année dernière 2 millions et demi de tonnes d'acier et en fourniront cette année 3 millions. La production totale d'acier a été en France, en 1898, de 1 440 000 *t* seulement.

IVe SECTION

Physique, Chimie industrielle, Divers, etc.

27. — **Le carbure de calcium.** — De nombreux établissements pour la production du carbure de calcium sont en fonctionnement ou en construction dans toutes les parties du monde et on produit déjà d'énormes quantités de cette matière, dont l'application presque unique est la fabrication de l'acétylène.

On peut donc la considérer comme une sorte de moyen de solidifier la lumière, pour la conserver et la transporter facilement jusqu'à ce qu'on la développe sous forme de la flamme d'acétylène. Ce procédé est évidemment très commode, mais il est dispendieux. En effet, un kilowatt-heure d'énergie électrique, employé dans une lampe à arc, produit de 1 200 à 1 500 bougies et, dans des lampes à incandescence 320 bougies, tandis que si on emploie la même quantité d'énergie à produire du carbure de calcium, la lumière donnée par le volume d'acétylène correspondant ne dépassera pas la valeur de 106 bougies. *(Electrical Review*, 29 mars 1899, page 198.)

28. — **Conducteurs en aluminium.** — Il semble que la hausse du cuivre fournit à l'aluminium une magnifique occasion de se poser en concurrent de ce métal. Si celui ci a l'avantage de la conductibilité dans le rapport de 100 à 63, il a le désavantage de la densité dans celui de 3,3 à 1. A conductibilité égale, 1 *kg* d'aluminium vaut 2 *kg* de cuivre, ou le cuivre à 20 cents vaut l'aluminium à 40 cents. On a dit que l'aluminium en gros fils peut être obtenu actuellement aux Etats-Unis à raison de 3,22 *f* le kilog.; il correspondrait donc au cuivre à 1,61 *f*. On peut réaliser une nouvelle économie du fait que la résistance à la traction est plus considérable, ce qui est important pour les longues portées.

Le fait que l'aluminium ne se soude pas, mais doit être assemblé par des liaisons mécaniques a empêché en partie son emploi pour les conducteurs électriques. On appréciera si cet inconvénient est réel dans l'essai qui vient d'être fait dans la transmission de Snoqualmie, où on a employé 112 *km* de fil d'aluminium. *(Electrical World*, 6 mai 1899, page 570.)

29. — **Conservation des bois.** — Dans le procédé Hasselmann, on amène les pièces de bois à traiter dans une chaudière en fer qu'on ferme ensuite hermétiquement et on y fait, au moyen d'une pompe à air, un vide relatif qui y introduit une solution de sulfate de fer cuivrique (7 0/0) et de sulfate d'alumine (3 0/0). Quand la chaudière est remplie, on y envoie de la vapeur jusqu'à ce que la température arrive à 140° C. et la pression à 3 *atm*. On prolonge le traitement pendant deux à trois heures. Le bois est imprégné et à l'abri de la moisissure.

Si on veut durcir le bois et le rendre imperméable à l'humidité, on lui fait subir une seconde opération analogue dans une solution de chlorure de chaux et de lait de chaux.

Afin de permettre aux sels introduits dans le bois de se combiner con-

venablement avec les cellules de celui-ci et de former des produits insolubles, on ne donne la seconde cuisson qu'après que la chaudière a été remplie sept à huit fois de la première solution.

Des expériences exécutées en Bavière au laboratoire des essais de l'État ont indiqué que ce procédé dépasse de beaucoup, comme efficacité, les méthodes d'imprégnation actuellement en usage.

Le sapin et le hêtre acquièrent presque la même dureté que le chêne et peuvent remplacer celui-ci pour la confection des traverses des chemins de fer. C'est là un fait important si l'on considère que le bois de chêne devient de plus en plus rare. Un autre avantage très sérieux du procédé Hasselmann, c'est qu'il permet de traiter des bois verts, lesquels se prêtent plus facilement à la pénétration des sels. L'emploi du hêtre, notamment, qui se fendille fréquemment à l'état sec, se trouve ainsi beaucoup facilité. (*Annales des Travaux publics de Belgique*, avril 1899, page 345, d'après le *Monatschrift f. d. offent. Baudienst.*)

30. — **Désinfection des wagons à bestiaux.** — Le transport par chemin de fer est une des causes principales des épidémies qui se produisent sur les bestiaux et on a pris, dans les diverses contrées, des mesures pour prévenir la propagation par les wagons contaminés. Les quarantaines se sont montrées impuissantes et il a fallu avoir recours à la désinfection des wagons.

Les différentes méthodes essayées avec plus ou moins de succès ont été décrites par M. Freund dans le journal autrichien des travaux publics de mars dernier. On peut citer notamment l'emploi de la vapeur sous pression avec ou sans substances désinfectantes, d'une solution chaude de sels de soude ou de potasse, de chlorure ou de nitro-sulfate de zinc, d'acide phénique ou de sublimé en solution; la plupart ou sont inefficaces ou attaquent le bois et le fer qui entrent dans la construction des véhicules. L'aldéhyde formique ne peut être mis entre les mains des ouvriers ordinaires, il faut employer des masques respiratoires et, de plus, il faut enlever ensuite l'odeur avec des aspersions d'ammoniaque, ce qui rend le procédé lent et coûteux. On a employé le chlorure de chaux et, lorsque cette application est faite avec les soins convenables, elle donne de bons résultats. L'installation faite à Florisdorf, près Vienne, mérite d'être citée comme exemple.

Un bâtiment élevé *ad hoc* contient des pompes qui élèvent l'eau dans un réservoir placé à la partie supérieure. A côté de ce réservoir et au-dessus sont installés des récipients en bois d'une contenance de 100 *l* environ, qui se trouvent être à 7,25 *m* à peu près au-dessus des rails. Un tube de plomb de 20 *mm* de diamètre part de chacun de ces récipients et aboutit à un robinet auquel s'ajuste un tuyau en caoutchouc qui amène le liquide dans le wagon à désinfecter placé sur la voie à côté du bâtiment; ces tuyaux se terminent par des pommes d'arrosoir.

On met dans les récipients du chlorure de chaux qu'on délaye dans l'eau, de manière à en faire une solution à 5 0/0. Il faut de 10 à 30 minutes pour désinfecter un wagon. Chaque wagon subit cette opération deux fois avec un intervalle de deux heures; on emploie pour cela la moitié du contenu d'un récipient, soit 50 *l* environ.

Le chlorure de chaux n'attaque ni le bois ni le fer. La peinture blanche employée pour les inscriptions devient jaunâtre si c'est du blanc de plomb et ne change pas si c'est du blanc de zinc.

En dehors du bas prix de la matière et du matériel employé, le procédé au chlorure de chaux a l'avantage d'être absolument inoffensif pour le personnel, il n'y a pas besoin d'ouvriers spéciaux ; de plus, il est très rapide, car chaque wagon n'est pas retenu plus de quatre heures en tout. (*Railroad Gazette*, 14 avril 1899, page 267, article illustré.)

31. — **La prophylaxie des maladies contagieuses dans les chemins de fer.** — La Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle a nommé une Commission chargée d'étudier les moyens de prévenir la prophylaxie des maladies contagieuses et, en particulier, de la tuberculose dans les chemins de fer. Nous trouvons, dans la *Revue d'Hygiène*, le rapport du docteur Vallin au nom de cette Commission et nous en extrayons les desiderata suivants qui ont été classés dans l'ordre de leur plus grande urgence :

1° Interdiction par affiches de cracher sur le parquet des wagons et des locaux des gares ;

2° Installation de crachoirs fixes élevés dans la salle d'attente et les vestibules des gares, et de crachoirs mobiles, autant que possible, dans les wagons ;

3° Remplacer le nettoyage à sec par le nettoyage au linge humide ou à la lance d'arrosage ;

4° Substituer autant que possible aux planchers des gares des sols en mosaïque ou en asphaltes imperméabilisés ;

5° Planchers des wagons coaltarisés ou peints à l'huile pour permettre le lavage à grande eau ;

6° Suppression des tapis des wagons ;

7° Création de compartiments ou wagons spéciaux pour les contagieux. L. P.

32. — **Enlèvement du papier dans les rues.** — Il s'est formé à Chicago une société dite *Clean Street Company*, dans le but de ramasser et d'enlever le papier répandu sur les voies publiques.

Il parait que Chicago est particulièrement connu pour la quantité de papier qui encombre ses rues.

Cette Société a placé sur différents points des rues des boites en fer analogues à des boites aux lettres, où ses agents mettent le papier qu'ils ramassent et que des voitures viennent ensuite vider. Chaque boite coûte 22,50 *f* d'installation. Il y en a actuellement déjà 1 010 en service ; elles sont placées généralement à l'angle des rues. La Compagnie a fait un contrat avec la ville pour une durée de dix ans et elle lui paye une redevance basée sur un tant pour cent de ses recettes. On récolte environ 8 *t* de papier par semaine et cette quantité parait aller en augmentant. La Compagnie a traité avec l'Armée du Salut dont les *soldats* sont chargés de ramasser le papier dans les rues, de maintenir les boites propres et également de faire le triage des papiers.

Cette entreprise parait avoir une utilité réelle au point de vue de la

propreté des rues, mais on lui reproche d'avoir, pour augmenter ses recettes, utilisé ses boîtes en les faisant servir à des affiches et des réclames qui « défigurent les rues ». Il paraît que ces boîtes ont donné lieu à des incendies dus à des allumettes enflammées ou à des bouts de cigares mal éteints introduits dans ces boîtes accidentellement ou par malveillance. L'opinion du journal où nous trouvons ces renseignements est que, si la chose est utile, la municipalité doit s'en charger comme elle opère le balayage des rues et non la donner à faire à un entrepreneur qui cherche à y adjoindre des profits accessoires. (*Engineering News*, 4 mai 1899, pages 277 et 284.)

33. — **Utilisation des déchets de ménage à Munich.** — Il existe à Munich une société qui se charge de l'enlèvement à domicile des déchets et balayures de ménages et qui utilise ces produits. Les installations comprennent une salle de chaudières et de machines, ces dernières, au nombre de deux, de 60 *ch* chacune, fournissent la force nécessaire; les chaudières sont chauffées principalement à l'aide des matériaux combustibles trouvés dans les déchets.

Ensuite vient la salle du triage, dans laquelle arrivent les wagons (environ 40 par jour) chargés de détritus. Le contenu est versé dans un long tambour métallique muni de grilles de tamisage. Ce qui ne passe pas dans les trous arrive sur des courroies de transport où on les assortit (os, ferrures, verres, chiffons, etc.) les matières tamisées sont mélangées à des produits chimiques pour faire de l'engrais, le reste sert à faire des remblais. Des bâtiments ont été érigés par la Société pour la fabrication des engrais, le séchage des déchets humides et le nettoyage des chiffons. Un magasin de 80 *m* de longueur sert à déposer les objets qui sont remis en vente. Les différentes parties de l'installation sont reliées par des voies ferrées à l'écartement normal. (*Annales des Travaux publics de Belgique*, avril 1899, p. 316, d'après la *Deutsche Bauzeitung.)*

34. — **Tonneaux démontables.** — Dans certaines branches de commerce, le retour des fûts vides est une question de grande importance, par exemple pour le transport de la bière. On commence à employer aux Etats-Unis des tonneaux démontables dont un des plus intéressants systèmes est celui de Phillis Mayotte.

Les douves et les fonds ne diffèrent point sensiblement des pièces correspondantes des fûts ordinaires, mais les cercles sont formés de chaînes dont les extrémités sont serrées par des boulons. Il suffit de desserrer les écrous pour démonter toutes les pièces du fût. Les douves et les plateaux peuvent être superposés pour former des colis d'un faible volume relatif. Le remontage est extrêmement facile. (*Scientific American*, 6 mai 1899, page 280, article illustré.)

35. — **Extincteur-avertisseur automatique d'incendies.** — L'extincteur Witter ainsi appelé du nom de son inventeur, est à la fois automatique et avertisseur. Ce qui le caractérise tout particulièrement, c'est le mode de fermeture de l'orifice d'échappement d'eau au moyen d'un obturateur que maintient une vis de pression s'appuyant

sur un système de leviers réduisant au minimum l'effort exercé par l'eau sous pression, ces leviers étant formés de deux pièces réunies par une soudure opérée au moyen d'un alliage fusible à une température d'environ 68° C.

Lorsqu'un incendie se déclare, la chaleur s'élève naturellement vers le plafond de la salle ou de l'atelier où elle atteint bientôt la température nécessaire pour fondre la soudure, les leviers se détachent, l'obturateur découvre l'orifice d'où l'eau sous pression dans les conduites de l'installation se précipite en un jet qui se brise sur une rondelle disposée au-dessus de l'orifice de manière à répartir en pluie l'eau qui retombe sur le sol en inondant le foyer de l'incendie.

L'échappement de l'eau fait agir une cloche d'alarme généralement placée à l'extérieur, et qui avertit du commencement d'incendie.

L'eau est fournie par une distribution de ville ou par un réservoir ou enfin, dans les usines, par une pompe automatique maintenue en pression nuit et jour.

Ces appareils, construits par MM. John O. Sumner et Cie, à Manchester, Lille et Mulhouse, sont employés dans un grand nombre de filatures parmi lesquelles nous pouvons citer celle de la Lys, de la Floride et de la Louisiane, à Gand, de Dollfus et Cie, à Belfort, la fabrique de la Compagnie Rouennaise de Linoleum, etc.

Les avantages invoqués sont que :

1° L'appareil est absolument automatique et très sensible puisqu'il n'a besoin pour fonctionner que d'une température de 68° C.;

2° Il est avertisseur;

3° Il est parfaitement solide et étanche;

4° Il est prêt à fonctionner à tout moment de jour et de la nuit et à toute époque de son installation.

36. — **Appareil pour dissiper le brouillard.** — Le chasse-brouillard, en anglais *fog dispeller* de Tugrin consiste en un tube d'environ 2,50 *m* de longueur sur 75 *mm* de diamètre portant à l'extrémité un rebord plat. Dans ce tube pénètre un autre tube dans lequel un ventilateur souffle un courant d'air chaud. L'air sortant de l'extrémité du tube extérieur fait un trou dans le brouillard et le dissipe sur une certaine étendue si on promène l'extrémité du tube dans divers sens. On prétend que le brouillard se condense en gouttes de pluies sous l'action de l'air tiède. Cet appareil employé sur un navire dissiperait la brume la plus épaisse suffisamment pour permettre de voir à plusieurs centaines de pieds. Si ce tube opère d'une manière satisfaisante dans le sens horizontal, il doit en être de même dans le sens vertical et les environs du tube devraient être plus ou moins arrosés par les gouttes d'eau, formées par la condensation du brouillard. N'y aurait-il pas là une application intéressante sur la côte de Californie, où il y a du brouillard et très rarement de la pluie? (*Scientific American*, 6 mai 1899, page 277.)

37. — **Le perspecteur.** — Le perspecteur, nouvellement imaginé par M. Ch. von Ziegler, professeur à l'école professionnelle de Genève, est un appareil destiné à remplir les fonctions des spécialistes auxquels

les peintres et les architectes confient le soin d'établir la perspective de leurs tableaux ou de leurs projets. Il y a sur eux l'avantage d'aller plus vite et de donner un résultat mathématiquement exact. Il met mécaniquement en perspective tous objets quelconques dont on possède les dessins géométraux et, grâce à lui, on peut les faire voir à la distance, à la hauteur et du côté que l'on voudra.

La manœuvre de l'instrument est des plus facile. Il suffit d'être dessinateur pour s'en servir et il n'est point utile d'être ferré sur les méthodes si compliquées de la perspective.

On connaissait déjà un « perspectographe » servant à relever la perspective d'après nature; il ne faut pas confondre les deux appareils. Le perspecteur est une sorte de pantographe dont la fonction est surtout de traduire en perspective ce qui est en géométral. Quelques exemples feront comprendre les diverses applications dont il est susceptible.

Supposons qu'un architecte veuille rendre la perspective d'une maison qu'il est chargé de construire, il fixera tout d'abord sur des planches disposées *ad hoc* le plan et les dessins de façade; sur une autre planche il tendra une feuille de papier destinée à recevoir l'image. Ces préparatifs achevés, il fera usage d'un compas spécial, fixé à l'appareil, dont les deux bras sont mobiles et à coulisses. Ces bras sont articulés entre eux de façon qu'on ne puisse faire agir l'un sous l'autre; ils se terminent, l'un par un poinçon, l'autre par un crayon. Pendant que le dessinateur promènera le poinçon sur les dessins, le crayon les mettra en perspective et tracera la vue perspective de la maison sur la feuille blanche.

Mettons maintenant à la place de l'architecte un peintre voulant exécuter une vue panoramique à l'aide d'une carte à courbes de niveau. Il fixera cette carte sur la planche spéciale en l'orientant, bien entendu, suivant le côté d'où il veut faire voir la contrée. Une vis micrométrique permet de faire monter et descendre la planche à volonté; le peintre pourra donc et devra lui faire prendre une série de positions correspondant aux altitudes indiquées par les courbes de niveau et tracer chaque fois, sur la feuille blanche, au moyen du compas, la perspective des contours qu'il suivra sur la carte.

Cet appareil parait appelé à rendre de grands services à tous ceux qui se servent du dessin. Il est conçu et exécuté avec un soin infini, une rigoureuse précision et fait véritablement honneur à son inventeur ainsi qu'au constructeur, M. Thury, Les applications du perspecteur se multiplieront, au fur et à mesure, que l'emploi s'en généralisera, mais on peut d'ores et déjà le considérer comme l'indispensable auxiliaire de l'architecte, de l'ingénieur et du cartographe.

L'auteur a déjà obtenu un grand nombre de dessins avec son appareil : vues de montagnes, panoramas, machines. On peut voir en ce moment à l'Exposition du Cercle des Arts et des Lettres une vue des Rochers de Naye dessinée au perspecteur. (*Journal de Genève* du 19 mai 1899.)

V[e] SECTION

Électricité

38. — **Dépôts galvaniques sur le bois.** — Une méthode simple et efficace d'opérer des dépôts galvaniques de métaux sur les objets en bois trouverait de nombreuses applications.

M. C. F. Barnes décrit, dans l'*Electrical World*, une méthode qui, d'après lui, répond à toutes les exigences. Voici comment il procède. Les objets en bois, cadres, moulures, parties de pièces d'ameublement, etc., sont d'abord saturés de sulfate de cuivre par immersion dans une dissolution de ce sel ; on les enlève et on les sèche complètement. On les expose ensuite à l'action du gaz hydrogène sulfuré de manière à transformer le sulfate de cuivre en sulfite, qui est conducteur de l'électricité et aussi insoluble dans l'eau. Les objets en traitement sont alors enveloppés de fil de cuivre fin et suspendus dans une dissolution de sel marin et on y fait passer un courant d'une certaine intensité. Au bout de dix minutes, la réaction est achevée et on transporte les objets dans un bain galvanoplastique et on fait déposer une couche de cuivre aussi forte qu'on le désire sur les surfaces. Le cuivre peut ensuite être poli ou recouvert de vernis, etc. Le dépôt est très adhérent. (*Iron and Coal Trader Review*, 7 avril 1899, page 591.)

39. — **Le téléphone dans les États-Unis.** — D'après le rapport annuel de la Compagnie américaine des téléphones Bell, il y avait, au 1[er] janvier de cette année, 1 126 bureaux centraux, 1 008 postes secondaires, 772 989 milles de longueur de conducteurs téléphoniques, 465 180 postes téléphoniques et 19 668 employés. Il a été transmis en 1898 1 231 000 000 messages et la Compagnie fait actuellement usage de 1 324 846 appareils Le prix d'abonnement varie de 0,05 *f* à 0,95 *f* par communication. G. B.

40. — **Tramways à traction mécanique à Paris.** — Sur les 31 lignes actuellement exploitées, tant à Paris que dans la banlieue, par la traction mécanique :

2 emploient des locomotives à vapeur ordinaires ;
2 — des locomotives sans foyer ou à eau surchauffée (système Lamm et Francq ;
4 — des automobiles à vapeur Serpollet ;
2 — des automobiles à vapeur Rowan ;
4 — des locomotives à air comprimé (système Mékarski) ;
4 — des automobiles à air comprimé ;
6 — des automobiles à accumulateurs ;
2 — des accumulateurs et conducteurs aériens ;
1 — des contacts électriques superficiels ;
1 — des contacts électriques aériens et souterrains ;
1 — la traction funiculaire par câble sans fin (Belleville).

(*Gazette de l'Electricien* du 20 mai 1899). G. B.

41. — **Tramways électriques de Tours.** — Le 22 avril dernier a eu lieu l'inauguration des tramways électriques de Tours. Le système de prise de courant adopté est celui à contacts superficiels de M. Diatto.

La ligne en exploitation par ce système a 5 *km* de longueur ; le réseau actuel des tramways de Tours comporte 19 *km* pour la partie urbaine et 26 *km* pour les lignes suburbaines. L'emploi du trolley n'est autorisé que sur quelques voies secondaires et dans la banlieue.

Les voitures automotrices contiennent trente-six places, elles sont équipées de façon à pouvoir circuler sur les voies Diatto et sur les voies à ligne électrique aérienne. La voie ferrée a 1 *m* de largeur. L'usine définitive comportera quatre chaudières semi-tubulaires ayant chacune 165 *mc* de surface de chauffe. Les moteurs à vapeur, au nombre de trois, peuvent développer 300 *ch* ; ils attaquent par courroies des dynamos de 200 kilowatts fonctionnant sous 550 à 600 volts avec un compoundage de 12 à 13 0/0. (*Electricien* du 29 avril 1899.) G. B.

42. — **Les progrès de la traction électrique en Allemagne.** — En 1891, trois villes seulement étaient pourvues de la traction électrique; à la fin de 1898 on en comptait soixante dix-sept.

Du 1er septembre 1898, le réseau exploité par traction électrique était de 1 429 *km*; le nombre de moteurs de 3 190 et celui des voitures auxiliaires en usage de 2 128 ; l'énergie dépensée s'élevait à 38 451 kilowatts soit 14,2 kilowatts par moteur ; vingt-huit villes étendent leurs lignes en exploitation et 1 336 *km* de voie sont actuellement en cours de construction. (*Electricien* du 29 avril 1899.) G. B.

43. — **Ligne téléphonique Paris-Berlin.** — Le projet d'une ligne téléphonique reliant directement Berlin à Paris est définitivement accepté en Allemagne. La ligne, qui serait une des plus longues de celles qui existent, serait constituée par un double conducteur de fil de bronze siliceux de 5 *mm* de diamètre. Le projet comporte également une ligne téléphonique reliant Francfort à Paris, établie dans les mêmes conditions. On n'attend plus que l'adhésion du gouvernement français pour passer à l'exécution. (*Electricien* du 29 avril 1899.) G. B.

44. — **Éclairage du tunnel des Batignolles.** — La Compagnie de l'Ouest va installer prochainement à titre d'essai sur les parois, côté montant, du tunnel des Batignolles réservé au passage des lignes du Havre, de Cherbourg, de Saint-Germain, de Mantes et de Paris-Nord, une rampe de lampes à incandescence de 10 bougies espacées de 1 *m*. Ces lampes seraient à la hauteur des vitres des voitures de manière à éclairer leur intérieur; l'allumage et l'extinction s'obtiendraient automatiquement par le passage des trains sur des pédales convenablement placées. Les lampes seraient installées dans un caniveau fermé par une glace épaisse.

L'expérience ne se fera que sur une longueur de 150 *m* et le public sera appelé à donner son avis sur les résultats obtenus. (*Journal des Transports* du 13 mai 1899.) G. B.

45. — **Les ascenseurs des gares américaines.** — La nouvelle gare de la *South Union à Boston* (États-Unis) est pourvue de 19 ascenseurs destinés à mettre la rue en relation avec les quais placés à un niveau inférieur; 12 de ces ascenseurs sont réservés au service des voyageurs et des bagages. Ils sont mus par des moteurs électriques de 12 *ch* tournant à 750 tours à la minute et le dispositif adopté est celui de M. Sprague. Les portes des ascenseurs sont pourvues d'un verrou automatique toujours fermé sauf à l'arrêt et d'un coupe-circuit de sûreté qui interrompt le courant tant que la porte n'est pas absolument fermée.

Chaque ascenseur peut faire 100 voyages aller et retour par heure et recevoir une charge de 1 360 *kg;* la vitesse d'ascension au maximum de charge est de 4,57 *m* par minute.

Le *Central London Railway* va, paraît-il, adopter un système analogue d'ascenseurs pour desservir ses voies qui se trouvent à 31 *m* au-dessous du sol. On estime que, pour assurer le service de chaque station, il faudra compter sur 1 260 voyages simples par jour, ce qui, avec une moyenne de trois ascenseurs par station, représente environ un voyage aller et retour toutes les deux minutes. *(Railway and Engineering Review.)*

G. B.

46. — **La fabrication du verre par l'électricité.** — M. William R. Kroll vient de prendre un brevet pour l'exploitation d'un procédé industriel lui permettant de fondre dans des fours électriques les matières brutes employées pour la fabrication du verre. L'inventeur a établi à Cologne une station d'essai qui lui donne d'excellents résultats. (*Electricien* du 29 avril 1899.)

G. B.

47. — **Chemin de fer électrique Stanstad-Engelberg.** — La longueur totale de la ligne est de 22,5 *km* dont 1,5 *km* est à crémaillère. La voie constituée en rails Vignole de 20 *kg* a une largeur de 1 *m*. L'usine située au pied même du parcours à crémaillère comporte deux turbines à axe horizontal actionnant directement les génératrices. Chaque groupe électrogène (il y en aura trois quand l'installation sera terminée) a une puissance de 180 *ch*. Les groupes d'excitation ont une puissance de 12 *ch*.

Les génératrices sont à courant triphasé au potentiel de 750 volts. Ce courant est utilisé directement dans la partie de ligne voisine de l'usine, mais pour l'autre partie on a dû avoir recours à trois transformateurs monophasés de 30 kilowatts chacun connectés en étoile qui élèvent la tension à 5 300 volts. Au kilomètre 7 une sous-station transformatrice composée d'unités de même puissance ramène le courant à 750 volts.

Les deux fils de contact en cuivre de 7.5 *mm* de diamètre sont suspendus à 4,50 *m* de hauteur. La ligne à haute tension se compose de deux fils de 3,5 *mm* de diamètre, elle est supportée par des poteaux spéciaux.

Lors de l'ouverture de la ligne, le matériel comprenait deux locomotives et cinq voitures automotrices. Ces dernières, montées sur bogies, pèsent 14 *t*. Sur la bogie d'avant sont montés deux moteurs triphasés de 35 *ch*. La prise de courant se fait par deux doubles archets fixés sur le toit de la voiture. La vitesse maximum est de 20 *km*. Les voitures sont chauffées et éclairées à l'électricité et elles sont capables de remor-

quer une deuxième voiture de 10 *t*, sur des rampes atteignant 23 0/00.

Sur le parcours qui va de Grafenort au commencement de la crémaillère, et qui présente des rampes variant de 15 à 50 0/00, les automobiles circulent seules et avec une vitesse de 20 *km* à l'heure. A partir d'Obermatt les voitures sont poussées par une locomotive. Cette locomotive pèse 12 *t*, elle est munie de deux moteurs triphasés de 75 *ch* chacun, sa vitesse est de 5 *km* pour les parcours à crémaillère et de 10 *km* pour les parcours à adhérence.

A la descente les moteurs travaillent comme générateurs et envoient dans la ligne la puissance ainsi développée. (Voir l'article publié par M. Reyval dans *l'Éclairage électrique* nos 20 et 21 des 20 et 27 mai 1899.)

G. B.

48. — **Le prix de l'électricité.** — Les stations centrales voudraient bien couper la tête de cette terrible pointe qu'affecte toujours la courbe de leur débit, aux environs de 6 heures du soir. Ou, plutôt, elles voudraient augmenter le débit le reste du jour, sans augmenter la pointe. Pour cela, elles offrent un tarif réduit aux consommateurs de force motrice, chauffage, et autres applications qui consomment dans la journée.

Ce moyen est illusoire en ce qui concerne la clientèle bourgeoise, et pour toutes les petites applications.

Le client, qui installerait une chaufferette, ou un réchaud, ou même des plaques radiantes dans son cabinet de toilette, recule devant les complications que lui imposent ce double tarif, qui suppose double compteur, et double circuit à l'intérieur de l'appartement. Le réchaud coûterait une trentaine de francs, le client l'installerait peut-être, s'il pouvait l'actionner avec la prise de courant de sa lampe, ou avec un simple fil descendant de la suspension, mais il recule devant une dépense de plusieurs centaines de francs, pour établir un nouveau câble de distribution intérieure, un nouveau compteur, un nouveau branchement sur la colonne montante, ce qui suppose un nouvel abonnement de 60 *f* par an, pour le branchement, et autant pour le nouveau compteur.

Il paraît que les Américains, gens pratiques, ont, en beaucoup de villes, mis à la réforme le système du double tarif, et installé des compteurs horaires, qui appliquent eux-mêmes un tarif différent, suivant l'heure de la journée, mais sans tomber dans l'erreur parisienne de s'occuper du mode d'emploi du courant pour le tarifer. Le prix d'un fiacre ne dépend pas du but que poursuit celui qui le prend.

Ce compteur est fabriqué par la General Electric Co de New-York.

(Communiqué par M. Marcel Delmas.)

49. — **Transmissions électriques d'énergie.** — Dans la Californie du Sud, on transporte 4 000 *ch* à 130 *km*, à 33 000 volts, aboutissant à Los Angeles, et l'on emploie une chute d'eau de plus de 200 *m* de hauteur. Ces 130 *km* représentent la distance de Paris à Rouen.

(Communiqué par M. Marcel Delmas.)

Pour la Chronique, les Comptes Rendus
et les Informations Techniques :
A. Mallet.

BIBLIOGRAPHIE

Calcul des canaux et aqueducs, par M. G. Dariès (1).

La nécessité, reconnue aujourd'hui, d'améliorer et d'étendre notre réseau de communications fluviales, et l'obligation de pourvoir abondamment les grandes villes en eau potable par le captage de sources de plus en plus éloignées donnent un grand intérêt à toutes les études relatives aux canaux et aux aqueducs.

Si le livre de M. G. Dariès ne renferme rien d'inédit sur ces importantes questions, il a le mérite très réel de les exposer avec clarté, sous une forme concise qui n'exclut pas une discussion suffisamment étendue.

Le premier chapitre envisage le cas du mouvement uniforme et permanent. L'auteur établit d'abord l'équation générale $RI = f(U)$ de l'écoulement en fontion de la vitesse moyenne U; puis il indique les expressions données à $f(U)$ depuis Prony jusqu'à M. Bazin, dont la formule est maintenant classique. Elle a été modifiée en 1897, à la suite d'une étude approfondie de 700 installations récentes exécutées dans le monde entier; en citant la nouvelle formule de l'éminent ingénieur hydraulicien, M. Dariès donne l'abaque correspondante imaginée par M. d'Ocagne à l'aide de ses ingénieuses méthodes nomographiques. Le chapitre se termine par quelques indications sur la répartition des vitesses d'après M. Bazin, et par un tableau des pentes et des vitesses moyennes pour un certain nombre de canaux et d'aqueducs.

Le chapitre II résout les problèmes les plus usuels; ces solutions sont appuyées d'exemples numériques ou graphiques empruntés à des installations connues. Les problèmes théoriques ne sont pas négligés : c'est ainsi que l'auteur fait voir pourquoi la pente d'un canal influe relativement peu sur le débit, qui dépend surtout des dimensions de la section; il montre, par une solution élégante, que le trapèze circonscrit à une circonférence est, de tous les trapèzes de surface donnée, celui qui fournit le débit maximum; il détermine, pour les formes de section les plus usuelles, le niveau correspondant au débit maximum des aqueducs, maximum qui n'est pas obtenu par l'écoulement à aqueduc plein, ainsi qu'on serait tenté de le supposer; il calcul aussi la vitesse moyenne maximum, différente de la vitesse qui donne le maximum de débit.

Le chapitre III a trait au mouvement varié et, comme conséquence, au calcul des remous. L'auteur étudie les remous d'exhaussement produits par les barrages, et donne plusieurs procédés pour en tracer le profil; il envisage les remous d'abaissement, les ressauts, les rétrécissements graduels et les rétrécissements brusques, par exemple au passage de l'eau sous les arches d'un pont.

(1) Un volume petit in-8° de 180 pages avec 48 figures — Gauthier-Villars, éditeur.

De nombreuses tables, se rapportant pour la plupart aux formules de M. Bazin, font de ce petit in-octavo un véritable aide-mémoire : aussi bien, c'est dans l'*Encyclopédie des aide-mémoire Léauté* que cet ouvrage a paru, comme suite à l'étude du même auteur sur le *calcul des conduites d'eau.*

Nous recommandons tout particulièrement la lecture de ces deux livres, très clairs, très méthodiques, et suffisamment élémentaires.

R. Soreau.

Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole et des voitures automobiles, par M. Aimé Witz, tome III (1).

Dans cet ouvrage, qui complète ceux que nous avons analysés, M. Aimé Witz fait connaître tout d'abord les progrès accomplis par les moteurs à gaz dans les quatre années qui viennent de s'écouler. Il parle notamment du moteur Diesel, dont les premiers essais ont été des plus remarqués.

L'auteur cite quelques gazogènes nouveaux et en particulier celui de notre Collègue M. Riché, qui a fait l'objet d'une communication à la Société. L'utilisation des gaz des hauts fourneaux pour la production de la force motrice est entrée dans le domaine de l'application, et les progrès dans cette voie ont été tellement rapides que l'auteur a dû revenir sur cette question dans une annexe que l'on trouvera à la fin du volume. Le gaz acétylène a été essayé mais sans grand succès; enfin l'alcool a donné des résultats tellement encourageants que le syndicat allemand des fabricants d'alcool a chargé une commission de poursuivre les expériences entreprises par M. Pétréano.

Dans une monographie très complète, M. Witz examine les derniers types de moteurs à gaz et donne la description sommaire de quelques moteurs rotatifs dont l'apparition est de date toute récente.

Les moteurs à pétrole ont, à l'heure actuelle, pris une grande place dans l'industrie, de sérieux progrès ont été réalisés et l'auteur donne la description des types les plus répandus.

Le chapitre des éléments de construction des moteurs, organes, allumages, régulateurs, carburateurs, appareils de mise en train, accouplements, transmissions, avertisseurs, est traité avec soin.

Le chapitre X est consacré aux applications des moteurs à gaz et à pétrole. Il existe aujourd'hui des installations de plus de 1 000 *ch* dans lesquelles les moteurs sont alimentés par de véritables usines à gaz pauvre.

Enfin, et ce n'est pas là une des parties les moins intéressantes de l'ouvrage, M. Witz passe en revue les principaux types de voitures automobiles qui empruntent leur énergie au moteur à pétrole. Après un historique de l'automobilisme, l'auteur aborde la question des moteurs et des carburateurs des automobiles et il termine par les mécanismes de transmission.

Constatons avec regret, comme le dit l'auteur dans l'introduction de

(1) 1 vol. in-8°. E. Bernard et Cie, éditeurs, 29, quai des Grands Augustins.

son troisième volume, que l'industrie française s'est singulièrement laissée devancer dans la construction des moteurs à gaz. La maison Crossley vend à elle seule plus de 60 000 moteurs par an alors que la plus importante de nos usines ne peut en écouler que 3 000. Nous n'importons pas de moteurs en Angleterre, qui nous en envoie, au contraire, plusieurs milliers par an. D'après M. Witz, cette situation ne pourrait se modifier qu'en montant de très grosses affaires qui permettraient une construction intensive et le travail par série comme cela se fait dans l'industrie de la bicyclette.

G. Baignères.

La locomotive, modèle démontable en carton (1),
et **la machine à vapeur,** *distribution avec tiroir à détente, système Meyer,* modèle démontable en carton (2), par Christophe Volkert.

Ces deux atlas appartiennent à la même collection que l'atlas la *Dynamo*, que nous avons analysé dans la Bibliographie du *Bulletin* d'octobre 1898.

Les modèles en carton sont disposés d'une façon analogue. Là encore, un historique concis sert d'introduction à ces ouvrages, qui peuvent rendre de réels services dans l'enseignement.

R. Soreau.

Guide pratique de mesures et essais industriels (3), par MM. Montpellier et Aliamet.

Cet ouvrage doit comporter trois volumes. Le premier, qui vient de paraître, contient l'exposé des procédés généraux de mesure des grandeurs fondamentales : longueur, masse et temps; des grandeurs géométriques et des grandeurs mécaniques ainsi que la description des instruments de mesure appropriés, tels que les planimètres, les compteurs d'eau et de gaz, les balances et bascules, les horloges, montres et compte-secondes, les compteurs horaires, les compteurs de tours et totaliseurs, les tachymètres, les pesons, les machines à essayer les métaux, les indicateurs dynamométriques, les freins dynamométriques, les dynamomètres de transmission, les manomètres, les indicateurs du vide, les thermomètres, les pyromètres, etc.

Ainsi que l'indique son titre, cet ouvrage constitue bien un guide pratique, attendu qu'il permettra à n'importe lequel de nos Collègues d'effectuer sûrement et facilement certaines mesures indispensables pour la vérification ou le contrôle du bon fonctionnement d'un matériel industriel.

Le meilleur éloge que l'on puisse faire de ce volume, c'est qu'il répond à un réel besoin et qu'il est écrit par deux auteurs dont les œuvres ont toujours été accueillies avec succès.

G. Baignères.

(1) Brochure de 240 × 350 de 24 pages avec 20 figures et 5 pl., E. Bernard et Cie.
(2) Brochure de 240 × 350 de 20 pages avec 15 figures et 1 pl., E. Bernard et Cie.
(3) Un volume grand in-8° de 432 pages, broché, 17 *f;* cartonné, 18,50 *f.* Veuve Ch. Dunod, éditeur.

De nombreuses tables, se rapportant pour la plu ... .en l.
M. Bazin, font de ce petit in-octavo un véritabl ...
bien, c'est dans l'*Encyclopédie des aide-mémoire* ... iseigne-
paru, comme suite à l'étude du même aut ... courant
d'eau.

Nous recommandons tout particuliè ... s lois de
livres, très clairs, très méthodiques, e ... apitres II

———

... ale de la
... donne la

Traité théorique et pr ... pétrole et des voitu ... ... graphique et
tome III (1). ... tation des prin-
... dynamos, les ren-
Dans cet ouvrage, qu ... ue des dynamos.
M. Aimé Witz fait conn ... nu tels que les arbres, les
moteurs à gaz dans les ... mutateurs, les frettes, les balais
notamment du moteu ... teurs, les bornes de prise de cou-
remarqués. ... dans le huitième chapitre.

L'auteur cite q ... ption de quelques types de dynamos, l'au-
notre Collègue M ... itre X les poids, dimensions et prix moyens
ciété. L'utilisa ... s organes principaux.
force motrice ... ine par une récapitulation des formules nécessaires
dans cette ... s dynamos et par des tableaux se rapportant à la résis-
cette ques ... ie des métaux, aux dimensions principales des fils et des
gaz acét ... coefficients d'hystérésis, etc.
des rés ... les ouvrages publiés sur les machines dynamos à courant
brica ... celui de M. Fischer-Hinnen est le plus complet.
ent ... tons que les formules sont généralement suivies d'exemples d'ap-
... tion tirés de la pratique et donnés sous forme de problèmes.

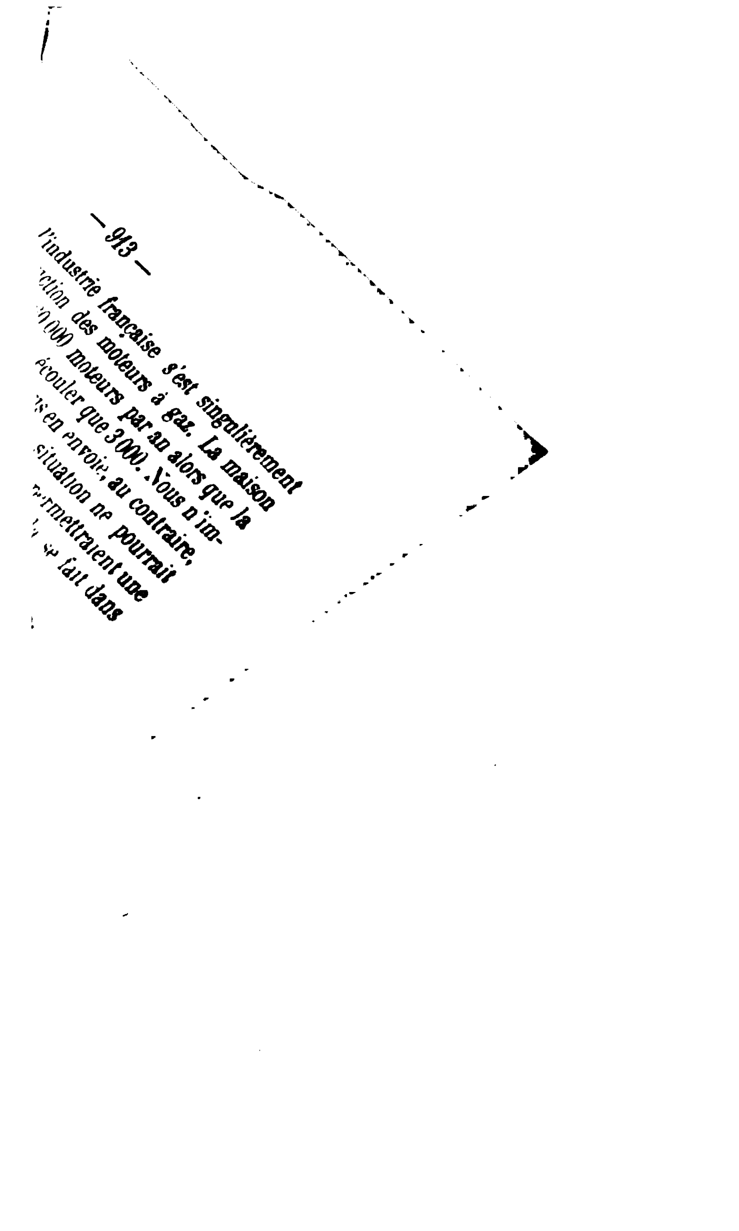
G. Baignères.

(1) 1 volume in-8° de 441 pages. J. Fritsch, éditeur.

———

Le Gérant, Secrétaire Administratif,
A. de Dax.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 10140-5-99. — (Encre Lorilleux)



l'industrie française s'est singulièrement
...ction des moteurs à gaz. La maison
...0 000 moteurs par an alors que la
...écouler que 3 000. Vous n'im-
...ls en envoie, au contraire,
...situation ne pourrait
...rmettraient une
...se fait dans

Les dynamos à courant continu, par M. J. Fischer-Hinnen (1).

Cet ouvrage, dédié aux dessinateurs industriels, donne des renseignements extrêmement complets sur les machines dynamos à courant continu.

Dans un premier chapitre, l'auteur expose rapidement les lois de l'électro-magnétisme et de l'induction, et aborde dans les chapitres II et III les calculs relatifs aux induits et aux inducteurs.

Le chapitre IV est consacré à la détermination expérimentale de la perméabilité puis dans d'autres chapitres M. Fischer-Hinnen donne la solution de quelques problèmes pratiques par la méthode graphique et complète, par un tableau indiquant les courbes d'aimantation des principaux matériaux employés pour la construction des dynamos, les renseignements nécessaires pour le calcul électrique des dynamos.

Les organes des dynamos à courant continu tels que les arbres, les paliers, les poulies, les courroies, les commutateurs, les frettes, les balais et porte-balais, les bâtis des inducteurs. les bornes de prise de courant, etc., sont traités avec soin dans le huitième chapitre.

Après avoir donné la description de quelques types de dynamos, l'auteur indique dans le chapitre X les poids, dimensions et prix moyens des dynamos et de leurs organes principaux.

L'ouvrage se termine par une récapitulation des formules nécessaires pour le calcul des dynamos et par des tableaux se rapportant à la résistance spécifique des métaux, aux dimensions principales des fils et des câbles, aux coefficients d'hystérésis, etc.

De tous les ouvrages publiés sur les machines dynamos à courant continu celui de M. Fischer-Hinnen est le plus complet.

Ajoutons que les formules sont généralement suivies d'exemples d'application tirés de la pratique et donnés sous forme de problèmes.

G. BAIGNÈRES.

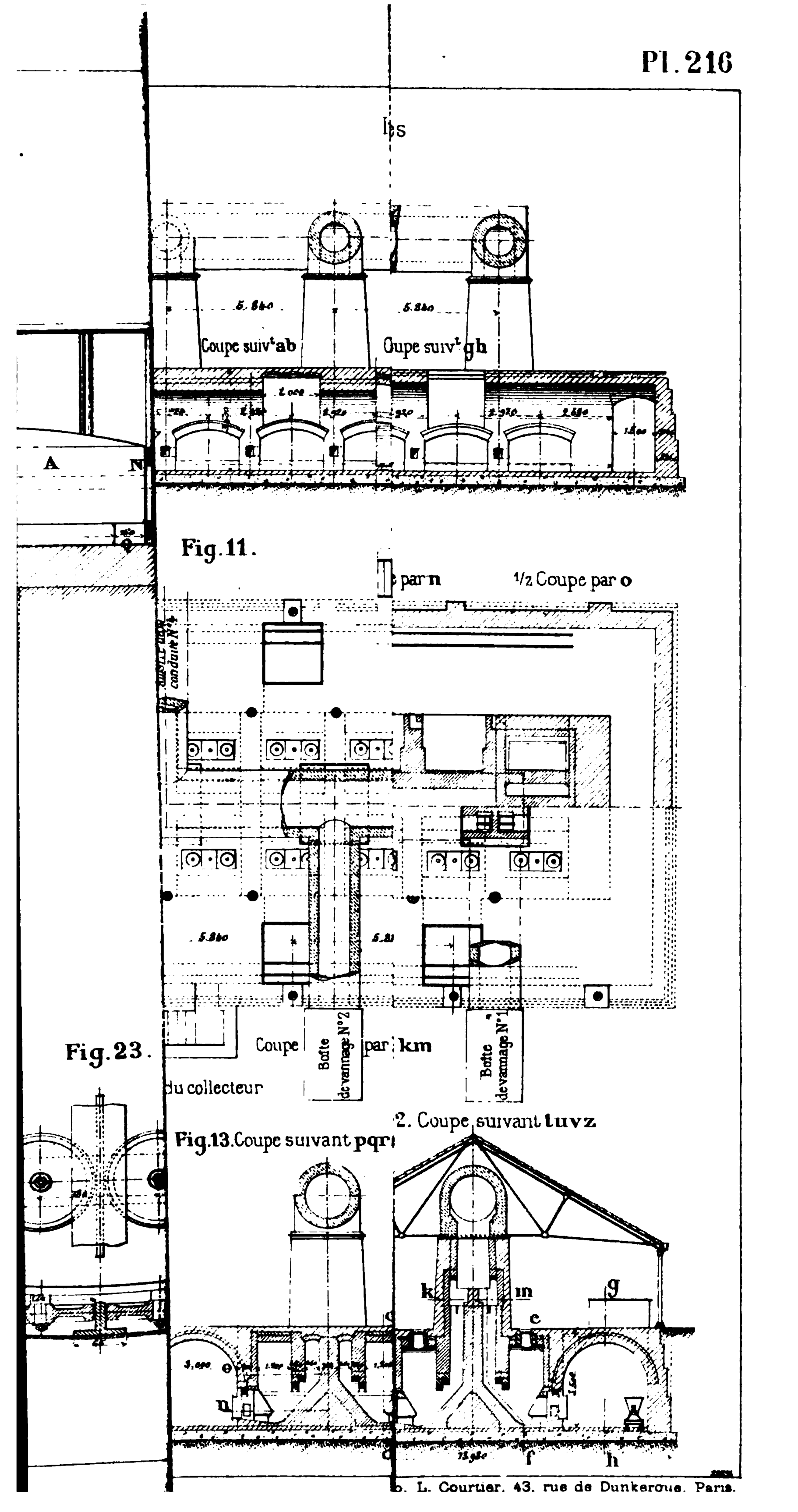
(1) 1 volume in-8° de 441 pages. J. Fritsch, éditeur.

Le Gérant, Secrétaire Administratif,
A. DE DAX.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 10140-5-99. — (Encre Lorilleux).

A

F



L. Courtier. 43. rue de Dunkerque. Paris.

MÉMOIRES

ET

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

BULLETIN

DE

JUIN 1899

N° 6.

Sommaire des séances du mois de juin 1899 :

7° *Décès* de MM. H. Desmaisons, J.-J. Freund, J.-E. Melon, A.-H. Gillet, J. Regnault, Ch.-G. Peignot, E. Lustremant (Séances des 2 et 30 juin), pages 928 et 943;

8° *Décoration* (Séance du 30 juin), page 943;

9° *Éclairage par l'alcool*, par M. Denayrouze et observations de MM. L. Périssé et A. Lecomte (Séance du 2 juin), page 930;

10° *Exposition d'automobiles* (Visite, le 24 juin, des Membres de la Société à l') (Séance du 2 juin), page 930;

11° *Exposition-Concours des Arts et Métiers, à Roustchouk (Bulgarie) en 1899* (Séance du 30 juin), page 944;

12° *Exposition de 1900 :*

Nomination de M. Auguste Moreau comme Membre de la Commission d'organisation des Congrès de 1900, Section VII (Mécanique générale et génie civil) (Séance du 2 juin), page 929;

Nomination de M. L. Francq, comme Membre des Congrès internationaux, Génie civil et Transports (Séance du 30 juin), page 944;

Nomination des Membres des Comités d'installation de l'Exposition (Séance du 30 juin), page 944;

Nomination de M. A. Bonnin comme Commissaire-adjoint spécial du Canada pour les Congrès de 1900 (Séance du 30 juin), page 944;

Visite des Membres de la Société à l' (Séances des 2 et 30 juin), pages 930 et 944;

13° *Horloge électrique avec régulateur* (Don d'une) de M. Henry Lepaute (Séance du 30 juin), page 944;

14° *Mosaïques du plafond du vestibule* (Don de M. A. Loreau, ancien Président) (Séance du 30 juin), page 944;

15° *Nomination de M. Ch. Lucas comme Vice-Président du Comité d'organisation du Ve Congrès international des Architectes* (Séance du 2 juin), page 929;

16° *Prix Annuel* (1899) décerné à M. L. Rey;

Prix Couvreux (triennal), décerné à M. J.-A. Amiot;

Prix Giffard (triennal) (1899) prorogé pour 1902 (Séance du 30 juin), page 941;

17° *Prix de 2000 f décerné à M. Ch. Fremont par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* (Séance du 30 juin), page 943;

18° *Propriété industrielle* (Rôle de l'Association française pour la protection de la), par Me Pouillet, ancien bâtonnier de l'ordre des avocats (Séance du 30 juin), page 944;

19° *Réception du Bureau de la Société par M. le Ministre des Travaux Publics* (Séance du 2 juin), page 930;

20° *Situation financière de la Société* (Compte rendu semestriel de la), par M. L. de Chasseloup-Laubat, Trésorier de la Société (Séance du 30 juin), page 938;

Mémoires contenus dans le bulletin de Juin 1899 :

Pendant le mois de juin, la Société a reçu :

Agriculture.

Colmatage des Polders de Hollande. Hillegom 1. (Carte, 550 × 690.) Don du Ministerie van Waterstaat Handel et Nijeveering. 39054

Chemins de fer.

Annuaire des chemins de fer, rédigé d'après les documents officiels, par E. Marchal. 14e année, 1899 (grand in-8° de 354 p.). Paris, 14, rue Froissart. 38998

Compagnie du Chemin de fer du Nord. Assemblée générale du 29 avril 1899. Rapport présenté par le Conseil d'administration. Résolutions de l'Assemblée générale (petit in-4° de 123 p.). Lille, L. Danel, 1899. 38997

Seaman (H.-B.). — *Specifications for Steel Railroad Bridges*, by Henry B. Seaman (Transactions of the American Society of Civil Engineers. Vol. XLI, June 1899, pages 257 à 268) (Don de l'auteur). 38991

Seaman (H.-B.). — *The Launahrdt Formula, and Railroad Bridge Specifications*, by Henry B. Seaman (Transactions of the American Society of Civil Engineers, Vol. XLI, June 1899, pages 140 à 268) (Don de l'auteur). 38990

Chimie.

Auscher (E.-S.). — *La céramique cuisant à haute température*. par E.-S. Auscher (in-18 de 227 p. avec 35 fig.). Paris, J. Rueff, 1899 (Don de l'éditeur). 39003

Jaubert (G.-F.). — *L'industrie des matières colorantes azoïques*, par G.-F. Jaubert (petit in-8° de 168 p.). (Encyclopédie scientifique des aide-mémoires.) Paris, Gautier-Villars. G. Masson. (Don de l'éditeur.) 39055

Construction des machines.

Association alsacienne des Propriétaires d'appareils à vapeur. Section française. Exercice 1898. 31e année (grand in 8° de 100 p. avec 6 pl.). Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1899. 39031

Association Lyonnaise des Propriétaires d'appareils à vapeur. Exercice 1898. 23e année (in-8° de 83 p.). Lyon, A. Storck et Cie, 1899. 39030

Huillier (F.) et Fremont (Ch.). — *Étude sur la production des machines-outils façonnant les métaux*, par F. Huillier et Ch. Fremont. (Extrait du Bulletin d'avril 1899 de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale) (petit in-4° de 26 p.). Paris, Chamerot et Renouard, 1899. (Don de M. Fremont, M. de la S.) 39017

Michotte (F.). — *Connaissances pratiques pour conduire les automobiles à pétrole et électriques, suivies du nouveau règlement.* Cours professé à l'Association polytechnique, par Félicien Michotte (in-8° de 263 p. avec 99 fig.). Paris, Office technique, 21, rue Condorcet (Don de l'auteur). 38994

Poincaré (H.) et Guillet (A.). — *Cinématique et mécanismes. Potentiel et mécanique des fluides.* Cours professé à la Sorbonne par H. Poincaré. Rédigé par A. Guillet. (Cours de la Faculté des sciences de Paris, publiés par l'Association amicale des élèves et des anciens élèves de la Faculté des sciences) (grand in-8° de 285 p. avec 279 fig.). Paris, Georges Carré et C. Naud, 1899. (Don des éditeurs.) 39032

Schmidt (E.). — *Coût de la puissance motrice à vapeur, à gaz, à pétrole,* d'après un opuscule de M. Eberlé, professeur à Duisbourg (Westphalie). Lecture faite à l'Assemblée générale de la Société industrielle d'Amiens, le 26 décembre 1898, par E. Schmidt (grand in-8° de 45 p.). Amiens, T. Jeunet, 1899 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39002

Vacelet (R.). — *Étude sur les condenseurs pouvant employer économiquement l'eau à de grandes profondeurs,* par R. Vacelet (petit in-8° de 15 p. avec 1 pl). Moskva, 1899. (Don de l'auteur, M. de la S.) 39013

Économie politique et sociale.

Bulletin de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail. Année 1899. N° 11 (in-8° de 336 p.). Paris, au siège de l'Association, 1899. 39049

Bulletin de l'Inspection du Travail. Table analytique des années 1893 à 1898 inclus. (Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Direction du Travail et de l'Industrie. Bureau de l'Industrie) (in-8° de 119 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1899. 39044

Carimantrand (J.). — *Opinions sur la colonisation du Congo français,* par J. Carimantrand (petit in-8° de 15 p.). Paris, Nouvelle Imprimerie, 1899. (Don de l'auteur, M. de la S.) 39012

Chambre de Commerce de Dunkerque. Statistique maritime et commerciale du port et de la Circonscription consulaire. 1898 (in-8° de 147 p.). Dunkerque, Imprimerie Dunkerquoise, 1899. 39045

Conseil supérieur du Travail. Huitième session. Décembre 1898. (Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes) (petit in-4° de 127 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1899. 39048

March (L.). — *Les procédés du recensement des industries et professions en 1896,* par Lucien March (Extrait des Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils de France, Bulletin de Mars 1899) (in-8° de 31 p.). Paris, 19, rue Blanche, 1899 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39009

Régence de Tunis. Bulletin de la Direction de l'Agriculture et du Commerce. Publication trimestrielle. Troisième année, 1898. Bulletins Nos 8 et 9. Quatrième année, 1899. Bulletins Nos 10 et 11. Tunis, Louis Nicolas et Cie (Don de M. Carimantrand, M. de la S.) 39040 à 39043

Résultats statistiques du recensement des industries et professions (Dénombrement général de la population du 29 mars 1896). Tome I. Introduction. Région de Paris au Nord et à l'Est (15 départements) (République française, Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, Direction de l'Office du Travail, Service du recensement professionnel) (petit in-4° de III-845 p.). Paris, Imprimerie Nationale, 1899. 39010

SALAS (C.-P.). — *Annuario estadistico de la Provincia de Buenos-Aires. Año 1896.* Publicado bajo la direccion de Carlos P. Salas (Direccion general de Estadistica de la provincia de Buenos-Aires) (petit in-4° de XXVIII-517 p.). La Plata, Talleres de Publicaciones del Museo, 1898. 39052

Statistique des grèves et des recours à la conciliation et à l'arbitrage survenus pendant l'année 1898 (République Française. Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Office du Travail) (in-8° de 334 p.). Paris, Imprimerie nationale, 1899. 39036

Tableau décennal du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères. 1887 à 1896. Premier volume (grand in-4° de CCXCI-201 p. avec 68 tableaux). Deuxième volume (grand in-4° de 686 p.) (République Française. Direction générale des Douanes). Paris, Imprimerie nationale, Mars 1899. 39026 et 39027

Électricité.

DELMAS (M.). — *L'Électricité en Amérique. Notes de voyage sur le développement des applications de l'électricité aux États-Unis et au Canada*, par Marcel Delmas (Extrait du Journal le Génie Civil) (in-8° de 83 p.). Paris, Publications du Journal le Génie Civil, 1899 (Don de l'auteur, M. de la S.). 8995

GÉRARD (E.). — *Leçons sur l'Électricité, professées à l'Institut électro-technique Montefiore annexé à l'Université de Liège*, par Éric Gérard. Tome premier. Théorie de l'électricité et du magnétisme. Électrométrie. Théorie et construction des générateurs et des transformateurs électriques (grand in-8° de X-819 p. avec 388 fig.). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1899 (Don de l'auteur et de l'éditeur). 39034

HAUCK (W.) et FOURNIER (G.). — *Les piles électriques et thermo-électriques*, par W. Hauck. Troisième édition française, par G. Fournier (in-16 de 266 p. avec 71 fig.) (Bibliothèque des Actualités industrielles). Paris, Bernard Tignol (Don de l'éditeur). 39028

STASSANO (E.), POGGI (L.). — *Sul nuovo Processo d'Élettro-Metallurgico per la produzione del ferro, dell'acciao e delle leghe*, del Capitaine Ernesto Stassano. Conferenza tenuta alla Società Toscana degli Ingegneri e degli Architetti il 5 Gennaio 1899, per Ing. Leone Poggi (grand in-8° de 19 p.). Firenze, Bonducciana, 1899 (Don de l'auteur). 39001

Enseignement.

École spéciale d'architecture. Concours de sortie. 1re Épreuve. Projet. Les Aulnettes (petit in-4° de 3 p.). Paris, Delalain frères. 39047

Géologie et sciences naturelles diverses.

Boletin del Instituto Geológico de Mexico, Num. 11, Catalogo sistemático y geografico de las Especies mineralogicas de la República Mexicana, por José G. Aguilera (Secretaria de Fomento, Colonizacion é Industria) (in-4° de 157 p.). Mexico, Oficina Tip. de la Secretaria de Fomento, 1898. 39023

Eighteenth Annual Report of the United States Geological Survey of the Secretary of the Interior 1896-97, in five Part. Part II et V (3 vol. grand in-8°). Washington, Government Printing Office, 1898 et 1897. 39019 et 39021

Législation.

FABER (CH.). — *Tableau comparatif des législations en matière de Brevets d'invention dans les principaux pays*, par Ch. Faber (une feuille 439 × 550). Paris, 62, rue de Provence (Don de l'auteur, M. de la S.). 39051

Médecine. — Hygiène. — Sauvetage.

VALLIN (Dr E.). — *La prophylaxie de la contagion dans les wagons de chemins de fer*, par le Dr E. Vallin (in-8° de 23 p.) (Extrait de la Revue d'Hygiène, mars 1899). Paris, Masson et Cie, 1899 (Don de l'auteur). 39025

Métallurgie.

Comité des Forges de France. Annuaire 1899-1900 (in-18 de 331 p.). Paris, 32, boulevard Haussmann. 39033

GAGES (L.). — *Traité de métallurgie du fer*, par Léon Gages. Tome II. *Travail des métaux* (grand in-8° de 392 p. avec 244 fig.). Paris, J. Fritsch, 1898 (Don de l'éditeur). 39024

Les progrès récents des installations de laminage. Communications faites à l'Assemblée générale de l'Association des Sidérurgistes Allemands (Comité des Forges de France, Bulletin N° 1445) (petit in-4° de 76 p. avec 5 pl.). Paris, 32, boulevard Haussmann, 1899. 39011

Mines.

Albertini (L.). — *Étude sur la concession minière de Timbiqui (République de Colombie)*, par L. Albertini (in-8° de 75 p. avec 2 pl.). Paris, Chaix, 1899 (Don de l'auteur, M. de la S.). 39050

Anuario de la Mineria, Metalurgia y Electricidad de España, con una sección de Industrias quimicas. Publicado por la Revista Mineria Metalurgica y de Ingeniera, bajo la dirección de Don Adriano Contreras. Ano sexto 1899 (grand in-8° de 470-xxxviii p.). Madrid, Enrique Teodoro, 1899. 39018

Brough (B.-H.). — *Historical sketch of the first Institution of Mining Engineers*. A. Paper read before the Institution of Mining Engineers, by Bennett H. Brough (in-8° de 13 p.). London and Newcastle-upon-Tyne, Andrew Reid and C°, 1899. 39029

Demanet (Ch.). Dufrane-Demanet (A.). — *Traité d'exploitation des mines de houille*, par Ch. Demanet, 2e Édition revue, augmentée et mise au courant des progrès les plus récents, par A. Dufrane-Demanet. Tome III (in-8° de 461 p.). Bruxelles, Société Belge d'Éditions, 1899 (Don de l'éditeur). 39022

Navigation.

China. Imperial Maritime Customs. List of the Chinese, lighthouses, light-vessels, buoys and beacons for 1899. Twenty-seventh Issue (petit in-4° de 53 p. avec 3 pl.). Shanghaï, 1899. 39046

VIIe Congrès international de navigation. Bruxelles 1898. Compte rendu des travaux du Congrès (grand in-8° de 733 p.). Bruxelles, Commission d'organisation du Congrès, 1898 (Don de M. Carimantrand, M. de la S.). 39035

Quinette de Rochemont (Bon) et Vétillart (H.). — *Les ports maritimes de l'Amérique du Nord sur l'Atlantique*, par le baron Quinette de Rochemont et H. Vétillart. *I. — Les ports Canadiens*. (in-8e de 241 p. avec atlas de 15 pl. format 390 × 520). Paris, Vve Ch. Dunod, 1898 (Don de l'éditeur). 39015 et 39016

Saintignon (F. de). — *Nouvelle Théorie des marées*. Le mouvement différentiel, par F. de Saintignon (petit in-4° de 127 p.). Paris, Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1895 (Don de l'auteur, M. de la S.). 38989

Vernon-Harcourt (L.-F.). — *The Brussels International Congrès on Navigation of 1898. The Bruges ship-canal, and new works at Ostend and Antwerp*, by Leveson Francis Vernon-Harcourt (Excerpt Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. CXXXVI. Session 1898-1899. Part. II) (petit in-8° de 27 p. avec 1 pl.). London, Published by the Institution, 1899 (Don de l'auteur). 39005

Physique.

PRAT (L.). — *Nouveau procédé de tirage mécanique des foyers, par aspiration à travail constant*, par Louis Prat (Extrait du Journal le Génie Civil) (in-8° de 20 p. avec 6 fig.). Paris, Publications du Journal le Génie Civil, 1898 (Don de l'auteur, M. de la S.). 38992

Sciences mathématiques.

BAZIN (H.). — *Expériences nouvelles sur l'écoulement en réservoir exécutées à Dijon de 1886 à 1895*, par H. Bazin (Résumé des articles parus dans les Annales des Ponts et Chaussées de 1888 à 1898 (grand in-8° de VI-200 p. avec 75 fig. et pl.). Paris, V[ve] Ch. Dunod, 1898) (Don de l'éditeur). 39014

Sciences morales.

BOURDARIE (P.). — *Fachoda. La mission Marchand. La question d'Égypte, le Bahr-el-Ghazal. La convention du 21 mars 1899*, par Paul Bourdarie (grand in-8° de 32 p.). Paris, F. Levé (Don de l'éditeur). 39004

Obsèques du comte de Chambrun, fondateur du Musée social, 1821-1899 (petit in-4° de 56 p.). Paris, 12 février 1899. 38996

Technologie générale.

ADRIAN. — *Exposition universelle de 1900. Comité d'admission de la classe 87. Groupe XIV.* Rapport par Adrian (in-8° de 14 p.). Paris, A. Hennuyer (Don de l'auteur). 39056

L'Année scientifique et industrielle, fondée par Louis Figuier. Quarante-deuxième année 1898, par Émile Gautier (in-16 de XII-400 p.). Paris, Hachette et C[ie], 1899. 39006

Atti del Collegio degli Architetti ed Ingegneri in Firenze, Anni XXII-XXIII. Fasicolo unico. Gennaio-Dicembre 1897. Gennaio-Dicembre 1898 (in-8° de 130 p.). Firenze, G. Carnesecchi e Figli, 1899. 39053

Atti del Reale Istituto d'incoraggiamento di Napoli. 4e série. Volume XI. Napoli, 1898. 39037

Brief History of the Institution of Mechanical Engineers 1847-1899 (in-8° de 47 p.). 38993

BROUGH (B.-H.).— *Iron and Steel Institute. The Jubilee of the Austrian Society of Engineers. Report of the Council of the Iron and Steel Institute* by Bennett H. Brough (in-8° de 8 p.). 39057

La Grande Encyclopédie. Inventaire raisonné des sciences, des lettres et des arts, par une Société de savants et de gens de lettres. Tome XXIV, accompagné de deux cartes en couleur hors texte (Morbihan, Nièvre). Moissonneuse-Nord (grand in-8° de 1 200 p.). Paris, Société anonyme de la Grande Encyclopédie. 39038

Society of Engineers. Established May 1854. Transactions for 1898 and General Index 1857 to 1898. Edited by G.-A. Price Cuxson (in-8° de 272 p.). London, E. and F.-N. Spon, 1899. 39007

The John Crerar Library. Fourth Annual Report for the year 1898 (grand in-8° de 40 p.). Chicago, Printed by order of the Board of Directors, 1899. 39000

Travaux publics.

Annales de la Société académique d'architecture de Lyon. Tome XI. Exercices 1891-1892 et 1893-1894 (grand in-8° de LV-513 p.). Lyon, Waltener et Cie, 1899. 39008

Eaux de la Ville de Paris : Vanne, Dhuis, Avre. Analyses comparatives des eaux aux entrées des réservoirs (Observatoire de Montsouris) et aux sorties (Laboratoire municipal). Années 1894-95-96-97-98-99 (Don de M. Maitre, secrétaire de la 6e Commission du Conseil municipal). 39039

PÉRÈS (H.). — *Étude sur le Service d'eau de la ville d'Alger*, par H. Pérès (in-8° de 21 p.). Louvain, Imprimerie des Trois-Rois, 1899 (Don de l'auteur). 38999

Les Membres nouvellement admis pendant le mois de juin 1899, sont :

Comme Membres Sociétaires, MM. :

A. Balas,	présenté par MM.	Dumont, Canet, Baudry.
L.-G. de Bellescize,	—	Dumont, H. Garnier, Vaïsse.
A. Brice,	—	Bornet, Courtois, S. Périssé.
L. Canneva,	—	Dumont. H. Garnier, Vaïsse.
A. Chinchon,	—	L. Rey, Boileau, A. Chevalier.
R.-A. Cottin,	—	Dumont, Armengaud jeune, Mardelet.
G. Debrie,	—	Dumont, Badois, Bourdais.
A. Ducloux,	—	Langlois, Mesureur, Minuit.
R. Henry,	—	Chabrier, P. Henry, A. Henry.
A. Huc,	—	Léon, Portait, Roques.
F. Lainnet,	—	Dumont, Dumartin, Supervielle.
J. Laquai,	—	Bardolle, Beaudeveix, Riché.
E. du Marais,	—	Dumont, Canet, Baudry.
L. Massabieaux,	—	Fauquier, P. Garnier, Rouzet.
J.-M. Porter,	—	Dumont, Rey, de Dax.
R.-S. Raworth,	—	Dumont, Loreau, Michalon.
J. Robin-Langlois,	—	Brûlé, Centner, Chameroy.
J. Simonet,	—	Cohendet, Colombier, Larivière.
W. van Slooten,	—	Corthell, Raymond, Thurston, van Isschot.
H. Soupey,	—	Bougault, Journolleau, Kreutzberger
P. Thézard,	—	Dumont, Canet, Baudoux-Chesnon.
P. Torchet,	—	Mesureur. Edelmann, Julien.
R. Vacelet,	—	Bouvard, Reymond, Poulet.

Comme Membres Associés, MM. :

A. Berthelot,	présenté par MM.	Dumont, Chancel, Hervegh.
L.-C. Bignon,	—	Delgutte, R. Lahaye, Soreau.

RÉSUMÉ

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

DU MOIS DE JUIN 1899

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 2 JUIN 1899

Présidence de M. G. Dumont, Président.

La séance est ouverte à 8 heures trois quarts.

Au sujet du procès-verbal de la dernière séance, M. Brard croit devoir rappeler quelles furent les quantités d'eau admises pour l'irrigation lors de la discussion du rapport présenté à la Chambre des députés, en février 1890, sur le captage et l'adduction des sources de l'Avre et de la Vigne. L'arrêté du 8 ventôse an XII permettait d'utiliser, pour le bassin de l'Avre inférieure, une moyenne de 31 000 m^3 par hectare et par an, et le rapporteur, notre Collègue M. Berger, estimait que cette quantité pouvait être réduite de moitié. Au contraire. M. Terrier la jugeait indispensable. Quant au ministre des Travaux publics — si l'on corrige la confusion qu'il fit entre l'hectolitre et le mètre cube — il pensait qu'en laissant 23 000 m^3 aux agriculteurs de la vallée de l'Avre, ceux-ci seraient peu fondés à se plaindre, attendu que leurs prairies recevraient ainsi 8 000 m^3 de plus que celles de la Crau, exposées aux ardeurs du soleil de Provence.

Sous réserve de ces observations, le procès-verbal est adopté.

M. le Président a le regret d'annoncer le décès de MM. :

H. Desmaisons, Membre de la Société depuis 1898, ancien élève de l'École Centrale (1870), directeur-gérant de la Société anonyme des verreries et manufactures de glaces d'Aniche (Nord), chevalier de la Lé-

gion d'honneur. MM. A. Drion, Président de la Société d'Aniche, et M. A. Biver, Membre de notre Comité, ont bien voulu se charger de représenter la Société aux obsèques de notre regretté Collègue ;

J.-J. Freund, Membre de la Société depuis 1887, Ingénieur aux chemins de fer de l'Est, chevalier de la Légion d'honneur ;

J.-E. Melon, Membre de la Société depuis 1880, ancien élève de l'École supérieure des Mines, administrateur de la Compagnie française des Métaux, de la Compagnie des Compteurs, etc., Directeur des Compagnies de gaz et d'électricité de Lille, ancien Président de la Société technique de l'industrie du gaz.

M. le Président a le plaisir d'annoncer que M. Charles Lucas a été nommé Vice-Président du Comité d'organisation du Ve Congrès international des Architectes, et que M. A. Moreau a été nommé Membre de la Commission d'organisation des Congrès de 1900, section VII (Mécanique générale et génie civil).

M. le Président fait savoir :

1° Que la Société industrielle du Nord de la France vient de publier le programme du concours de 1899. Ce programme sera remis aux personnes qui en feront la demande au Secrétariat, 114 et 116, rue de l'Hôpital-Militaire, à Lille;

2° Qu'un Congrès international de mécanique appliquée a été institué pour 1900. Ce Congrès fera suite à celui de 1889; il s'ouvrira le 19 juillet et durera une semaine non compris le dimanche. M. Haton de la Goupillière a été élu Président de la Commission d'organisation. Les renseignements relatifs à ce Congrès seront fournis par le Secrétariat de la Commission en l'Hôtel de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 44, rue de Rennes.

M. le Président annonce que le Comité a décidé l'organisation d'une Commission d'études coloniales, à la suite d'un rapport dû à l'initiative de quelques-uns de nos Collègues, frappés de l'importance croissante que prennent ces questions.

La Société des Ingénieurs Civils de France ne peut se désintéresser de la mise en valeur de notre domaine colonial, principalement en ce qui concerne l'outillage technique et économique. Il ne s'agit pas d'empiéter sur le rôle des Sociétés existantes. Notre Société entend seulement apporter son concours à la France coloniale, dans la sphère de son activité propre.

Conformément au règlement, le Comité a constitué une Commission de cinq membres qui sont : MM. Badois, Président; L. Périssé, Secrétaire; Bel, Chabrier et Honoré. Cette Commission a pour but de rechercher par quels moyens la Société peut intervenir utilement, dans l'ordre d'idées qui vient d'être exposé. Elle a la faculté de se compléter par l'adjonction de tout Membre dont la collaboration lui paraitrait utile ou désirable, et déjà elle a fait appel à nos Collègues MM. Pontzen, Fleury, Couriot, Cacheux, Membres du Comité des Travaux publics des Colonies, et Moreau, Vice-Président de la Société des études colo-

niales et maritimes. Ceux de nos collègues qui, par leurs études ou leur situation, pourraient apporter un concours utile à cette Commission, sont priés d'en aviser son Président, qui s'empressera de les convoquer.

M. LE PRÉSIDENT informe la Société que le Bureau a été reçu la veille par le nouveau ministre des Travaux publics, qui a bien voulu lui donner l'assurance de l'intérêt qu'il porte à nos travaux.

D'autre part, il est heureux d'annoncer que M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, présidera la séance générale du 16 juin.

Puis il fait savoir que le Comité a décidé d'organiser, le samedi 24 juin, une visite à l'Exposition d'automobiles, et, le jeudi 29 juin, une visite aux chantiers de l'Exposition, avec déjeuner à la Tour Eiffel. Des renseignements plus détaillés sont donnés dans le supplément au procès-verbal de la séance (1).

L'ordre du jour appelle la communication de M. Denayrouze sur l'*Éclairage par l'alcool.*

M. L. DENAYROUZE fait un court historique de l'incandescence par le gaz; il se reporte aux appréciations publiées en 1882 par M. Servier sur les premiers travaux français relatifs à cette question, rappelle les travaux d'Auer, leur succès complet dès 1892, et indique comment, en effectuant sous un manchon un mélange d'air et de gaz, lui-même a pu créer en 1896 les becs à incandescence intensive. Les mêmes règles, appliquées à la combustion des vapeurs d'alcool, puis, plus généralement, à la combustion des vapeurs d'alcool carburé et d'hydrocarbures convenables, permettent désormais d'utiliser trés avantageusement ces diverses substances à l'éclairage par *incandescence intensive*. Cette expression caractérise la lumière obtenue quand un manchon Auer ordinaire émet plus que les cinq ou six carcels qu'on lui demandait autrefois, et cela avec une dépense horaire inférieure aux 20 *l* par carcel dont on se contentait jusqu'en 1896.

M. Denayrouze présente d'abord son premier type de lampe, montré il y a six mois au Conseil de la Société Nationale d'Encouragement à l'Agriculture. On pouvait déjà garantir que la carcel-heure s'obtenait avec une dépense inférieure à un centilitre d'alcool, soit au prix de l'incandescence par le gaz. Depuis, l'expérimentateur est arrivé à produire le même pouvoir éclairant avec des poids décroissants d'alcool; en effet, ce liquide est un excellent dissolvant d'hydrocarbures, avec lesquels on peut composer des mixtures de moins en moins chères. Ainsi donc, comme coût horaire, l'incandescence par les hydrocarbures revient déjà à meilleur marché que l'incandescence par le gaz; d'autre part, cette lumière s'obtient sans établissement coûteux d'usine et de canalisations. On peut donc entrevoir pour cette nouvelle industrie d'importants débouchés.

Pour nouveaux qu'ils soient, ces résultats n'en étaient pas moins un peu connus, après les conférences demandées par diverses Sociétés régionales d'Agriculture au fur et à mesure des progrès réalisés. Mais

(1) Voir Supplément au procès-verbal ci-annexé.

l'auteur a réservé à la Société des Ingénieurs Civils la première démonstration de phénomènes tout récemment dégagés, qu'il croit appelés à produire une transformation partielle de l'industrie de la lumière dans les applications telles que l'éclairage domestique, l'éclairage des voies publiques, l'éclairage des chemins de fer.

Il s'agit de donner aux gaz d'éclairage et aux lampes d'appartement une clarté analogue à celle de l'acétylène, et cela sans aucun danger, avec une grande économie sur le prix actuel de l'éclairage au gaz, à l'huile, au pétrole et à l'acétylène, sans recourir au manchon Auer ni au carbure de calcium. C'est dans les hydrocarbures les plus vulgaires que M. Denayrouze a trouvé la source nouvelle de lumière pure et brillante qu'il présente à la Société. Sans entrer dans des explications complètes, il se borne à appeler l'attention sur un point essentiel :

Les flammes du bec de gaz et celles de la lampe portative qu'il fait fonctionner, flammes qui, à distance, paraissent former un tout, sont au contraire composées d'une série de lumières élémentaires groupées autour d'un centre commun, comme les lames d'un éventail ou les pétales d'une marguerite. La nouvelle lumière est si blanche que l'on a pu faire l'hypothèse que, dans les réactions qui se produisent à la flamme même, à la rencontre de l'air et des produits de décomposition d'hydrocarbures grossiers, une forte proportion d'acétylène ou d'éthylène doit être mise en liberté, ce qui donne à la lumière son éclat si séduisant.

Cette nouvelle incandescence, *sans manchon*, supprime radicalement les inconvénients, très réels pour beaucoup d'applications, qui sont dus à la fragilité des manchons. Elle peut être utilisée soit avec le gaz, soit avec de l'air très légèrement comprimé, soit sans gaz ni air. L'inventeur présente des types applicables à l'éclairage des wagons, à celui des appartements, et à l'éclairage public de toute intensité. La consommation, évaluée sur le pied de l'équivalence d'un gramme de carbure pour un litre de gaz, est toujours inférieure au prix de 25 *l* de gaz à Paris, c'est-à-dire que la carcel-heure revient à moins de 0,007 *f*, prix qui était, à la fin de 1898, celui de l'incandescence ordinaire, usure du manchon comprise.

Ce résultat se rapporte à l'éclairage domestique sans manchon au moyen des hydrocarbures : mais il est bien dépassé pour les foyers puissants, à manchons, destinés à l'industrie. Avec des lampes d'un pouvoir éclairant considérable et toujours croissant, on illumine la salle des séances comme avec de grands foyers électriques. Le plus fort modèle n'est pas loin de donner à lui seul l'éclat des six arcs qui éclairent d'ordinaire cette salle. Le coût de la carcel-heure, produite au moyen de manchons, devient, en ce cas, trois fois moindre qu'avec l'incandescence ordinaire, toujours au prix d'équivalence du gramme de carbure et du litre de gaz. Du reste, M. Denayrouze espère qu'en poussant jusqu'au bout ce sillon de recherches, il fera encore quelques progrès.

En résumé, notre Collègue estime que l'industrie de l'éclairage arrive à un moment où elle va subir une nouvelle transformation, en ce sens que la lumière pourra être avantageusement tirée de substances différentes de celles employées jusqu'ici. Le temps seul peut donner raison

à ces prévisions, mais M. Denayrouze croit que l'erreur qui consiste à ne pas regarder en face les conséquences d'un principe juste est funeste aux intérêts des pays où naissent des découvertes, arrêtées dans leur essor par l'indifférence et la routine. C'est ainsi qu'en 1877 et 1878 les promoteurs de la lumière électrique furent traités de visionnaires par les principaux organes des grandes industries d'éclairage existant en France ; vingt ans ont suffi pour venger Jablochkoff et Edison de ces injustes attaques. Aussi M. Denayrouze, qui fut le collaborateur du premier de ces précurseurs, estime que ce précédent lui donne quelque droit d'affirmer, avec une fermeté suffisante, sa conviction actuelle.

M. le Président remercie M. Denayrouze d'avoir bien voulu nous exposer, d'une manière aussi intéressante, ses remarquables travaux sur l'incandescence et l'emploi industriel de l'alcool pour l'éclairage.

Dans une précédente séance, M. Barbet nous avait renseignés sur la production de l'alcool, et M. Denayrouze vient de nous donner des indications sur une de ses applications principales. Pour compléter ces communications, M. L. Périssé a bien voulu recueillir quelques renseignements sur l'autre grande application de l'alcool, à savoir son emploi dans les moteurs. M. le Président lui donne la parole et engage ceux de nos collègues qui auraient des remarques à faire sur ce sujet, à bien vouloir les présenter aussitôt après les renseignements que va fournir M. L. Périssé.

M. L. Périssé dit que, depuis quelques années, on se préoccupe, en Allemagne et en France, de la possibilité de substituer l'alcool à l'essence de pétrole dans les moteurs à explosion. Les agriculteurs ont naturellement vu cette substitution d'un œil très favorable, car l'alcool, dont les résidus de fabrication constituent une excellente nourriture d'hiver pour les bestiaux, peut être fabriqué en France dans de bonnes conditions. Aussi ces questions sont-elles étudiées à la Société des Agriculteurs de France, sous la direction de notre ancien Président M. Loreau.

M. Périssé rappelle d'abord les propriétés chimiques et physiques de l'alcool et de l'essence de pétrole.

L'alcool absolu, ou alcool anhydre, a un pouvoir calorifique de 7050 calories ; sa densité à 15° est de 0,795. En pratique, on n'emploie jusqu'à présent que des alcools hydratés, contenant 5 et 10 0/0 d'eau, en plus de l'eau de constitution.

Les essences de pétrole, appelées également gazolines ou benzines légères, sont des produits complexes. Les essences du commerce comprennent tout ce qui passe à la distillation entre 30 et 200° ; leur densité est, en général, de 0,720 à 15°. Les essences spéciales à la force motrice sont des produits très bien rectifiés qui résultent du raffinage des naphtes bruts entre les températures de 30 et 90° ; elles sont inflammables à une température inférieure à 0° et leur densité à 15° ne doit pas dépasser 0,695 à 0,700. Il convient donc, dans une expérience, de bien définir l'essence employée.

Or M. Müntz, en vue d'essais comparatifs pour la production de la force motrice, a fait des analyses de l'essence et de l'alcool employés. Le résultat de ces analyses fut le suivant :

		Essence de pétrole.	Alcool.
		—	—
Composition chimique	C.	84,3	41,5
	H	15,7	13
	O.	0	45,5
Densité à 15°		0,708	0,834
Point d'ébullition		88°	78°5
Pouvoir calorifique (calories au kilogr.). . .		11.356	6.522
Quantités relatives par cylindrées . .		100	207
Quantités de chaleur correspondante.		100	119

Le pouvoir calorifique de l'alcool expérimenté, très peu inférieur à celui de l'alcool absolu, était 1,8 fois moindre que celui de l'essence, ce qui met l'alcool en état d'infériorité évident lorsqu'il s'agit d'un moteur thermique.

Ceci posé, M. Périssé rappelle les principaux essais faits avec l'alcool depuis deux ans.

En octobre 1897, un professeur de l'Institut agronomique, M. M. Ringelmann, fit, à la station d'essais des machines de Paris, des expériences peu encourageantes au point de vue économique. C'est à ces expériences que se rapportent les précédentes analyses de M. Müntz. Les prix de bases adoptés furent 0,50 *f* pour le litre d'essence (hors Paris), et 1 *f* pour le litre d'alcool dénaturé. Les moteurs étaient un moteur Brouhot à quatre temps, et un moteur Benz à deux temps. On constata que la dépense par cheval-heure était de :

Pour l'essence de pétrole. . .	0,400 *kg* ou 0,365 *l*,	soit 0,28 *f*.
Pour l'alcool	0,756 *kg* ou 0,906 *l*,	soit 0,90 *f*.

Le rapport des consommations en poids, soit 1,89, est sensiblement celui des pouvoirs calorifiques.

D'autres expériences ont été faites en France par des agronomes ou des constructeurs de moteurs. D'après les essais de M. Lévy, à l'Ecole des Industries agricoles de Douai, 1 *l* d'alcool à 90° donnait 3.05 chevaux-heures, tandis que 1 *l* d'essence en produisait 6.12. Par contre, il résulte d'autres renseignements précis que, dans des essais récents, un constructeur aurait fait produire à un moteur à gaz de 5 *ch* une force de 6 à 6 1/2 *ch*, en utilisant, avec des dispositifs spéciaux, l'alcool dénaturé ordinaire à 90°. D'autres résultats favorables auraient été obtenus par un Ingénieur-mécanicien, M. Mora.

En Allemagne, M. Petreano a fait récemment, au laboratoire de M. Slaby, des essais très favorables à l'alcool. Le moteur, du type Otto, avait un carburateur d'un modèle spécial utilisant la chaleur des produits d'échappement. Le moteur n'aurait consommé que 0,380 *kg* à 0,620 *kg* d'alcool à 92° par cheval-heure, soit une moyenne de 0,540 *kg*.

D'autres expériences ont également été faites à Berlin ; un petit moteur « Gnome » n'aurait consommé que 300 *g* par cheval-heure d'alcool à 90°. L'Institut national des fermentations, ayant à actionner une petite usine annexe de ses laboratoires, a installé un moteur Koerting, à alcool, qui consommerait 500 *g* d'alcool à 95° par cheval-heure ; des expériences faites sur d'autres moteurs auraient donné 560 *g* par cheval-heure.

Tous ces chiffres, et notamment ceux de M. Ringelmann et de M. Petreano, ont été vivement discutés. Les partisans de l'alcool disent que, dans les expériences Ringelmann, la carburation était mauvaise, et que, d'autre part, l'alcool est compté à un prix excessif. Les partisans de l'essence soutiennent que rien ne vient corroborer les chiffres donnés par M. Petreano, dans des conditions spéciales que nous ignorons.

Tous ces essais ont été pratiqués sur des moteurs fixes, et M. Périssé croit intéressant d'indiquer maintenant les essais faits sur des automobiles. Dans ces essais on a employé : soit de l'alcool dénaturé ordinaire à 90°, soit de l'alcool à 95°, soit enfin de l'alcool carburé par le procédé Dusart, qui produit de l'alcool à 95° dissolvant 30 0/0 d'un carburant dont l'inventeur garde le secret ; ce carburant doit se composer d'hydrocarbures d'un prix bien inférieur à celui de l'alcool.

En novembre dernier, on a essayé l'alcool carburé sur un tricycle de Dion-Bouton, et les résultats auraient été très satisfaisants.

En décembre, à la demande de l'Association pour l'emploi industriel de l'alcool, le commandant Krebs, administrateur délégué de la Société Panhard et Levassor, a procédé à des essais au frein sur le moteur Phœnix dit de 4 *ch*. La seule modification a été l'agrandissement de l'orifice d'admission employé avec l'essence. Ces essais ont donné : 4,2 *ch* avec l'alcool carburé Dusart, et 3,6 *ch* avec l'alcool à 95° ordinaire. Or la pleine marche à l'essence donne 4,4 *ch*. D'après M. Arachequène, ces essais prouvent qu'il suffirait d'un léger dégrèvement de l'alcool destiné à la force motrice, avec le droit de le vendre librement, pour lutter à égalité contre l'essence de pétrole.

D'autre part un certain nombre de constructeurs, parmi lesquels il convient de citer la Société des voitures Henriod, ont essayé l'alcool à la place de l'essence. La Société Henriod fait marcher ses automobiles indifféremment à l'essence ou à l'alcool, sans rien changer au moteur. Elle y parvient grâce au système de réglage de son carburateur-distributeur. M. L. Périssé a été à même d'essayer à l'alcool une voiture Henriod analogue à celle qui vient de faire à l'essence la grande course Paris-Bordeaux ; il a pu constater que la marche était très suffisamment régulière et rapide avec l'alcool dénaturé qu'on trouve chez tous les épiciers. Mais, à égalité de parcours, le volume de liquide consommé est notablement supérieur à celui de l'essence et, en l'état actuel, le prix ne rend pas pratique l'emploi de l'alcool.

M. Périssé rappelle qu'une sorte de concours de voitures à alcool a eu lieu en avril dernier sur l'initiative du journal *Le Vélo ;* huit concurrents ont présenté des voitures ou des motocycles qui marchaient pour la plupart soit à l'alcool, soit à l'essence. La seule voiture qui ait osé, malgré le mauvais temps, effectuer le parcours prescrit, de Paris à Chantilly et retour (136 *km*), a été celle de MM. Guttin et Cie, construite par MM. Briest et Armand, de Villers-Cotterets ; elle était munie d'un moteur de 4 *ch*. Le parcours a été fait en 8 h. 8 m., avec une consommation de 38 *l* d'alcool, soit près de 0,30 *l* par kilomètre, ce qui correspond à une dépense de 0,21 *f* environ.

M. Périssé ne veut pas développer, quant à présent, les arguments pour et contre l'alcool, arguments qui ont été donnés bien des fois. Il

note cependant que l'avantage de l'alcool, au point de vue de l'odeur de l'échappement, est bien compensé par l'augmentation de volume de combustible à égalité d'énergie, et se contente d'indiquer dans quelle voie les efforts des agriculteurs et des constructeurs pourraient utilement se porter :

1° M. Denayrouze a montré que l'état physique de l'alcool au moment de son emploi est un facteur important de son pouvoir calorifique. Il semble qu'il y ait lieu de profiter de ces essais pour faire un mélange carburé spécial au moyen d'appareils spéciaux, et d'employer des moteurs dont les dimensions seraient calculées spécialement en vue de l'emploi de l'alcool;

2° Au lieu d'alcool ordinaire à 90° contenant 10 0/0 d'eau et 15 0/0 de dénaturant (benzine lourde et vert malachite), il serait préférable d'employer l'alcool à 95° que produisent toutes les distilleries agricoles, ou mieux encore l'alcool à 98° dénaturé avec des hydrocarbures bon marché qui favoriseraient la richesse du mélange explosif sans produire de dépôts minéraux;

3° Il faudrait enfin que le prix de l'alcool pour moteurs fût abaissé. Actuellement l'alcool vaut en gros 0,60 *f* le litre environ ; son emploi deviendrait pratique si on le dégrevait des impôts, frais de dénaturation et de régie, impédimenta de transports, etc., qui, en bloc, représentent environ 0,25 *f* par litre.

Ce dégrèvement ne sera sans doute obtenu des pouvoirs publics que le jour où les automobiles et les moteurs à alcools auront fait leurs preuves, et c'est là un cercle vicieux dont la Société des Agriculteurs de France tiendra à honneur de sortir.

Lorsqu'on aura réalisé ces trois conditions de prix, de compositions chimique et physique, et d'utilisation, alors des essais pratiques de longue durée pourront seuls montrer si l'emploi de l'alcool par les moteurs et les automobiles est rémunérateur.

M. A. Lecomte croit qu'il faut envisager avec beaucoup de prudence la question de l'éclairage, du chauffage et de la force motrice par l'alcool, et se demande même si la production intensive de l'alcool ne pourrait pas créer un danger pour l'agriculture.

En effet l'alcool ne peut se produire à un prix abordable que si on l'extrait de la betterave. Or la betterave immobilise de grandes surfaces de terres : un hectare de terrain peut donner, d'après un de nos collègues, 45 000 *kg* de betteraves, qui, à 9,80 0/0 de sucre, fournissent 5,7 *l* d'alcool à 100° par 100 *kg*, soit 2 565 *l* d'alcool par hectare. Comme terme de comparaison on peut dire que, pour remplacer les 320 millions de mètres cubes de gaz consommés par an dans Paris, il faudrait la récolte de 125 000 *ha* de betteraves, soit la superficie d'un département. Il convient d'ajouter que, dans tous les pays où la culture de la betterave s'est propagée, la qualité des bestiaux élevés pour la boucherie s'est fortement abaissée, par suite de la disparition des pâturages.

L'alcool est un combustible très onéreux, car pour distiller 100 *kg* de betteraves, il faut brûler 9 *kg* de charbon, développant 72 000 calories; on récupère 4,55 *kg* d'alcool à 100° développant 31 800 calories : l'alcool

est donc un accumulateur de chaleur rendant au maximum 44 0/0. M. Lecomte, d'accord avec M. L. Périssé, ne pense donc pas que l'alcool, employé seul, puisse servir économiquement à l'éclairage, au chauffage et à la force motrice.

Depuis longtemps on s'est servi de l'alcool, qui est un combustible pauvre, pour le combiner avec des combustibles riches en carbone, et obtenir ainsi un liquide brûlant plus facilement sans fumée. Le mélange réalisé par M. Denayrouze donne une flamme dont l'aspect se rapproche beaucoup de celui de l'acétylène, ce qui indiquerait que, dans cette flamme, les éléments mis en œuvre sont les mêmes que dans la flamme de l'acétylène.

M. Lecomte croit nécessaire de rappeler que la combinaison de l'alcool avec des hydrocarbures riches avait été réalisée il y a une trentaine d'années par Robert, qui, sous le nom de « gazogène Robert » ou « gaz liquide », utilisait un mélange d'alcool et d'essence de térébenthine; ce mélange donnait, dans des brûleurs à vaporisation, une lumière identique à celle des appareils Denayrouze.

En terminant, notre Collègue fait remarquer que, quel que soit le combustible employé, les quantités consommées sont à peu près les mêmes, à puissance calorifique égale. Ainsi dans l'expérience effectuée au cours de la séance, un brûleur Denayrouze alimenté par du gaz et un hydrocarbure particulier donnait 250 bougies, avec une consommation de 34 *l* de gaz pesant 18 *gr* et de 120 *gr* d'hydrocarbure, soit en tout 138 *gr* ; or le même brûleur à gaz de 250 bougies, type 1895, dépensait 250 *l* de gaz soit 136 *gr*. Donc un certain poids de l'hydrocarbure approprié, sur la nature duquel M. Denayrouze conserve le secret, remplace ou déplace un semblable poids de gaz d'éclairage.

Tout en reconnaissant la beauté de l'éclairage présenté par M. Denayrouze, M. Lecomte déclare qu'avant de se prononcer, il faut savoir si l'hydrocarbure employé est aussi commode à produire que le gaz d'éclairage, s'il n'est pas plus dangereux, et s'il est plus économique, toutes choses qui sont à prouver.

Personne ne demandant plus la parole, M. le Président remercie M. Lecomte de ses observations et constate que notre Collègue rend justice à la très belle lumière obtenue par M. Denayrouze. Les communications qui viennent d'être faites montrent que l'alcool trouve des applications intéressantes, applications qu'il y a un puissant intérêt à compléter et à étendre. C'est une question dont la Société des Ingénieurs Civils ne pouvait se désintéresser, et M. le Président remercie les Collègues qui l'ont posée devant nous.

Puis il donne la parole à M. Vedovelli pour sa communication sur l'*appareillage électrique*.

M. E. Vedovelli dit que les contacts dans les appareils électriques, commutateurs, interrupteurs, se font soit en cuivre rouge, soit en cuivre jaune. Le métal idéal est le zinc, qui se volatilise sans laisser de granulation.

La détermination de la section des balais a lieu suivant une loi telle

que la densité décroit avec l'intensité de l'appareil. Ainsi un appareil de 2 000 ampères a une densité de courant par millimètre beaucoup plus faible que l'appareil de 100 ampères.

La distance des pièces à potentiels différents varie avec le voltage. La rupture se fait dans l'air et dans l'huile.

Les coupe-circuits fusibles s'emploient pour les faibles intensités. L'emploi des coupe-circuits magnétiques (disjoncteur à maxima) doit être recommandé.

Pour les parafoudres, les uns sont à écoulement constant, les autres à écoulement intermittent; les meilleurs sont en condensateurs. Les parafoudres à peignes sont mauvais; on peut néanmoins les utiliser en y adjoignant un déclenchement.

Les commutateurs avec Pontet Vedovelli permettent, avec *m* touches, d'avoir $2m-1$ variations, ce qui diminue et le prix et l'encombrement. Dans les résistances qui les accompagnent, le maillechort doit être employé de préférence. Les résistances liquides sont difficiles à entretenir.

M. le Président remercie M. Vedovelli d'avoir bien voulu nous apporter le résultat de ses intéressantes recherches sur l'appareillage électrique.

Il est donné lecture, en première présentation, des demandes d'admission de MM. A. Chinchon, G. Debrie, René Henry, A. Huc, J.-M. Porter, J.-S. Raworth, J. Robin-Langlois, et R. Vacelet, comme membres sociétaires.

MM. A. Balas, L. G. de Bellescize, A. Brice, L. Canneva, R.-A. Cottin, A. Ducloux, F. Lainnet, J. Laquai, E. du Marais, L. Massabieaux, J. Simonet, W. van Slooten, H. Soupey, P. Thézard et P. Torchet sont reçus membres Sociétaires, et

M. A. Berthelot membre associé.

La Séance est levée à 11 heures et demie.

Le Secrétaire,
R. Soreau.

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 30 JUIN 1899

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

Présidence de M. G. Dumont, Président.

La séance est ouverte à 9 heures.

La Société étant réunie en Assemblée générale, conformément à l'article 17 des Statuts, M. L. de Chasseloup-Laubat, Trésorier, a la parole pour la lecture de son rapport semestriel sur la situation financière et s'exprime ainsi :

SITUATION AU 31 MAI 1899

Messieurs,

Le 1er décembre 1898, les Membres de la Société étaient au nombre de	3 282
Du 1er décembre 1898 au 31 mai 1899, les admissions ont été de	203
formant un total de	3 485
Pendant le même laps de temps, la Société a perdu, par suite de décès, démissions, radiations	93
Le total des Membres de la Société au 31 mai 1899 est ainsi de	3 392

Par conséquent, le nombre des Membres de la Société des Ingénieurs Civils de France a augmenté de 110 pendant le premier semestre.

Le Bilan au 31 mai 1899 se présente comme suit :

L'Actif comprend :

1° Le fonds inaliénable	Fr.	86 868 30
2° Les espèces en caisse		5 827 70
3° Les débiteurs divers		60 196 58
4° Les valeurs amortissables		2 000 »
5° La bibliothèque		11 000 »
6° L'immeuble		1 072 415 98
Total	Fr.	1 238 308 56

Le Passif se compose de :

1° Les créditeurs divers	Fr.	53 859 46
2° Les prix divers 1899 et suivants		9 399 25
3° L'emprunt		600 000 »
4° Les coupons		16 098 41
5° Le fonds de secours		480 »
6° L'immeuble et travaux en cours sur ledit		8 457 33
7° Souscription Cinquantenaire (Réserve spéciale)		10 000 »
	Fr.	698 294 45
Avoir de la Société		540 014 11
Total	Fr.	1 238 308 56

BILAN AU 31 MAI 1899

ACTIF

1° Fonds inaliénable :		
a. Legs Meyer (nue propriété) . . . . . . Fr.	10 000 »	
b. Legs Nozo, 19 obligations du Midi	6 000 »	
c. Legs Giffard, 131 » »	50 372,05	
d. Fondation Michel Alcan, 1 titre de rente 3 0/0	3 730 »	
e. Fondation Coignet » »	4 285 »	
f. Fondation Couvreux, 131 obligations du Midi.	4 857,75	
g. Don anonyme	6 750 »	
h. Legs Roy	873,50	
		86 868,30
2° Caisse : Solde disponible . . . . Fr.		5 827,70
3° Débiteurs divers :		
Cotisations 1898 et années antérieures (après réduction d'évaluation de 50 0/0)	3 096 »	
Obligations, banquiers et comptes de dépôt . .	56 930,58	
Divers.	170 »	
		60 196,58
4° Valeurs amortissables . . . . Fr.		2 000 »
5° Bibliothèque : Livres, catalogues, etc.		11 000 »
6° Immeuble :		
Mobilier ancien . . . . Fr.	6 500 »	
Terrain et frais.	398 660,30	
Terrasse	10 108 »	
Maçonnerie, sculpture, marbrerie	169 680,40	
Charpente, fer et bois	130 879,94	
Ascenseur, monte-charges, plancher mobile. . .	19 820,95	
Canalisation, pavage et divers	12 133,36	
Couverture et plomberie.	28 794,40	
Fumisterie.	30 151,75	
Serrurerie.	57 800,48	
Menuiserie, parquets	61 785,42	
Peinture, vitrerie.	30 435 »	
Installation gaz et électricité, appareillage . . .	36 532,23	
Ameublement et matériel.	45 639,54	
Divers Hôtel.	2 090 »	
Honoraires.	31 404,21	
		1 072 415,98
Fr.		1 238 308,56

PASSIF

1° Créditeurs divers :		
Impressions, planches, croquis, divers travaux en cours. . . . . Fr.	7 821,16	
Créditeurs divers	46 038,30	
		53 859,46
2° Prix divers 1899 et suivants :		
a. Prix Annuel . . . . Fr.	425 »	
b. Prix Nozo	1 055,30	
c. Prix Giffard 1899 et 1902.	7 017,25	
d. Prix Michel Alcan.	179,50	
e. Prix François Coignet	475,20	
f. Prix Alphonse Couvreux.	247 »	
		9 399,25
3° Emprunt		600 000 »
4° Coupons échus et à échoir :		
N°s 1 et 2. Échéance du 1er janvier 1897 . . Fr.	1 014,88	
N° 3. — 1er juillet 1897.	520,48	
N° 4. — 1er janvier 1898	680,95	
N° 5. — 1er juillet 1898.	1 125 »	
N° 6. — 1er janvier 1899	1 757,05	
N° 7. — 1er juillet 1899	11 000,05	
		16 098,41
5° Fonds de secours . . . . Fr.		480 »
6° Immeuble. Travaux en cours sur ledit. . . . . Fr.		8 457,33
7° Souscription Cinquantenaire (réserve spéciale).		10 000 »
Fr.		698 294,45
Avoir de la Société.		540 014,11
Fr.		1 238 308 56

Nous allons maintenant passer rapidement en revue les divers chapitres du bilan.

1° Actif :

Les comptes *Fonds inaliénable*, *Caisse*, *Débiteurs divers*. ne présentent aucun changement important ; nous ne nous y arrêterons donc pas.

Vous remarquerez de suite la disparition, tant à l'*actif* qu'au *passif*. des comptes relatifs au *Monument Flachat*. Cette affaire est, en effet, entièrement terminée et le Comité du Monument nous a donné quitus et décharge pleine et entière.

Nous avons ouvert un compte *Valeurs amortissables* remplaçant le compte *Amortissement de l'emprunt*. A ce compte sera portée à partir de 1902, la valeur des obligations remboursables par tirage au sort.

Dès à présent, il s'élève à 2 000 *f* représentant quatre obligations de notre Société, provenant, les unes de dons, les autres d'opérations diverses et qui, le moment venu, concourront comme les autres aux tirages au sort.

Le compte *Bibliothèque* a subi une légère augmentation de 1 000 *f*, valeur de meubles à fiches et autres pour le catalogue.

Le compte *Immeuble* a subi une légère modification. Nous y avons fait rentrer le compte *Mobilier ancien* que, pendant la période de construction et d'installation, nous avions, pour éviter toute confusion, conservé à part. En outre, il s'est augmenté de 1 951,75 *f* provenant de divers achats et travaux faits au cours du semestre.

2° Passif :

Le compte *Créditeurs divers* a subi une notable réduction par suite d'un premier remboursement de 20 000 *f* effectué sur un prêt spécial qui nous avait été consenti, remboursement annoncé dans mon rapport sur la situation au 30 novembre 1898.

Les autres comptes n'appellent aucune observation.

Si nous rapprochons le chiffre de notre avoir au 31 mai 1899	Fr.	540 014 11
de celui indiqué au 30 novembre 1898.		539 515 22
La différence en plus semble n'être que de.	Fr.	498 89
Mais il ne faut pas oublier que votre Assemblée générale du 16 décembre dernier avait décidé l'amortissement immédiat du compte *Frais de premier établissement* qui figurait, à cette époque, à notre actif sans avoir de contre-partie, pour	Fr.	15 269 18
En outre, nous avons aussi amorti au compte de la Bibliothèque une somme de.		2 264 75
Ces deux sommes réunies s'élèvent à	Fr.	17 533 93
qui, ajoutés aux		498 89
ci-dessus indiqués, donnent un total de.	Fr.	18 032 82

chiffre qui représente les excédents réellement réalisés au cours de ce premier semestre.

Ce résultat est satisfaisant et doit nous faire envisager avec confiance l'avenir.

Nos recettes, en effet, vont en s'accroissant tant du fait de nos locations que de celui de l'augmentation du nombre de nos Membres.

A cet accroissement, les augmentations de dépenses ne répondent que dans une faible proportion.

Dans ces conditions, il n'est pas douteux que nous ne puissions, non seulement rembourser avant le délai fixé notre emprunt principal, mais encore faire face aux charges nouvelles que certaines circonstances pourraient nous obliger à assumer.

M. le Président demande si quelqu'un désire présenter des observations.

Personne ne demandant la parole, M. le Président met aux voix l'approbation des comptes qui viennent d'être présentés. Ces comptes sont approuvés à l'unanimité.

M. le Président dit qu'il est certain d'être l'interprète de la Société en lui proposant de voter des remerciements à notre Trésorier M. L. de Chasseloup-Laubat pour le soin et le dévouement qu'il apporte à l'accomplissement de ses importantes fonctions. Ces remerciements sont votés par acclamation.

Il ajoute que nous devons nous féliciter de la situation financière, mais que tous nos efforts doivent tendre à augmenter le plus possible, d'ici à la fin de l'année, le nombre de nos adhérents.

Il suffira pour cela, à nos Collègues, d'appeler l'attention des Ingénieurs qui ne font pas encore partie de notre Société sur les nombreux avantages qu'ils trouveront à se joindre à nous. Ils profiteront, en effet, des visites, des conférences, etc., que nous ne manquerons pas d'organiser pendant l'exposition et des réceptions que nous préparons pour nos Collègues étrangers dans une salle des séances dont la décoration, en ce moment à l'étude, donnera, nous l'espérons, une complète satisfaction.

M. le Président fait donc appel à tous les Membres de la Société pour nous aider ainsi à représenter dignement en 1900 le génie civil français.

M. le Président rappelle que dans cette Assemblée générale il a l'agréable mission de proclamer les noms des lauréats des Prix Annuel et Couvreux.

Prix Annuel.

Le Prix Annuel est décerné à M. Louis Rey pour son mémoire *sur la construction du chemin de fer de Sfax à Gafsa (Tunisie).*

M. L. Rey, Ingénieur des Arts et Manufactures, Membre de la Société depuis 1862, Secrétaire de 1876 à 1880, Membre du Comité de 1881 à 1894, et Vice-Président de 1895 à 1898, a décrit dans son mémoire un ensemble de travaux remarquables auxquels il a pris une part importante. M. le Président dit que le Jury a voulu récompenser non seu-

lement le Collègue qui a présenté avec talent une méthode de travail nouvelle destinée à résoudre des problèmes spéciaux, mais aussi l'Ingénieur habile qui, grâce à sa science pratique et à son énergie a contribué pour une large part à l'exécution d'une ligne que M. Krantz, alors Ministre des Travaux publics, visitait le 27 avril dernier.

L'éloge en a été fait par M. Krantz lui-même lorsqu'il disait dans son discours du 28 avril : « Je suis heureux d'être venu à l'École du chemin de fer de Gafsa. »

M. le Président remet la médaille du Prix Annuel à M. Boileau, collaborateur dévoué de M. Rey, en ce moment en Russie, et il transmet à la Société les remerciements que notre Collègue lui adresse pour le très grand honneur qu'elle lui fait en lui accordant une si haute et si enviée récompense.

M. le Président adresse ensuite un respectueux souvenir à l'un de nos jeunes Collègues, M. Pascal Garnier, décédé le 23 juin 1898 à Coolgardie, dans l'Australie occidentale.

Il dit que le Jury avait examiné le remarquable mémoire présenté par lui au commencement de l'année 1898, sur *la géologie et les mines de la Nouvelle-Zélande* et l'avait retenu parmi ceux qui méritaient d'être récompensés. Il espère que cet hommage rendu aux travaux de ce Collègue adoucira un peu le chagrin profond que sa mort prématurée a causé à son père, M. Jules Garnier, à sa famille et à la Société tout entière.

Prix Alphonse Couvreux (Triennal).

Le Prix Couvreux est attribué à M. Amiot (Jean-Alain), pour son mémoire sur *la construction des souterrains par la méthode du bouclier.*

M. le Président rappelle que si la méthode du bouclier n'est pas nouvelle par son principe, puisqu'elle est due à l'illustre Ingénieur Brunel notre compatriote, elle a été appliquée dans ces dernières années à des travaux importants et qu'elle est utilisée en ce moment pour ceux qui se poursuivent dans le sous-sol parisien. M. Amiot, Membre de la Société depuis 1888 a été chef des travaux de construction des siphons de Clichy et de la Concorde où il a appliqué le bouclier. Il a décrit dans son mémoire les modifications successivement apportées au procédé de Brunel et a donné une série de renseignements nouveaux du plus haut intérêt.

M. le Président dit qu'il est heureux de remettre à M. Amiot la médaille d'or du Prix Couvreux.

Prix Giffard 1899 et 1902.

M. le Président rappelle que le Prix triennal Giffard devait être décerné cette année, mais que le seul mémoire déposé dans le délai réglementaire a été retiré par son auteur.

M. le Président annonce que le Prix se trouve ainsi prorogé pour 1902 et que la Commission nommée conformément à l'article 4 du rè-

glement du Prix fera connaître à la Société dans le courant du mois de décembre :

1° Les conditions de la prorogation du prix de 1899;

2° Celles du Concours du prix de 1902.

Cette Commission est composée de MM. G. Dumont, G. Canet, E. Badois, Ch. Baudry, J. Mesureur, P. Buquet et A. Loreau.

La séance de l'Assemblée générale est levée à 9 heures 20.

PROCÈS-VERBAL

DE LA

SÉANCE DU 30 JUIN 1899

PRÉSIDENCE DE M. G. DUMONT, PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 9 heures 20.

Le procès-verbal de la séance du 2 juin est adopté.

M. LE PRÉSIDENT a le regret d'annoncer les décès de MM.

A.-H. Gillet. Membre de la Société depuis 1898, ancien élève de l'École des Arts et Métiers d'Angers (1854), a été Ingénieur-constructeur, associé de la maison Brault, Teisset et Gillet;

J. Regnault, Membre de la Société depuis 1853; Inspecteur général honoraire de l'Exploitation de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, chevalier de la Légion d'honneur;

Ch.-G. Peignot, Membre de la Société depuis 1880, ancien élève de l'École des Arts et Métiers de Châlons (1858), a été fondeur en caractère, Président de la Chambre syndicale des maîtres fondeurs typographes français, ancien Vice-Président de la Société des anciens élèves des Écoles Nationales d'Arts et Métiers.

E. Lustremant, Membre de la Société depuis 1893, ancien élève de l'École Centrale (1865), Ingénieur-constructeur.

M. LE PRÉSIDENT est heureux de porter à la connaissance de la Société que :

M. Léon Gérard a été nommé chevalier de l'ordre de Léopold de Belgique.

M. Ch. Fremont, Membre du Comité, a obtenu de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale le prix de 2 000 *f*, pour son étude sur la production des machines-outils.

Ont été nommés :

Membre du Comité d'installation de l'Exposition centennale, classe 99, M. H. Falconnet;

Membre du Comité d'installation de la classe 27, M. R. Arnoux;

Membre du Comité d'installation de la classe 87. M. Ch. Lorilleux;

Membre du Comité d'installation de la classe 32 et des Congrès internationaux, Génie Civil et Transports, M. L. Francq.

Commissaire-adjoint spécial du Canada pour les Congrès de 1900, M. A. Bonnin.

Plusieurs Congrès auront lieu en 1899, savoir :

Congrès international des pêches maritimes et fluviales, à Bayonne-Biarritz, du 25 au 31 juillet;

Congrès international de sauvetage, à la Rochelle, du 25 juillet au 1er août. A propos de ce Congrès, notre Collègue, M. Cacheux, nous a adressé divers renseignements qui sont déposés au Secrétariat:

Meeting de l'Iron and Steel Institute, du 15 au 18 août, à Manchester;

Exposition-concours des Arts et Métiers, à Roustchouk (Bulgarie), en août 1899.

25e Congrès annuel de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie à Rouen et au Havre, du 6 au 20 juillet 1899.

M. le Président est heureux de faire remarquer que notre salle des séances est maintenant ornée d'une horloge électrique et d'un baromètre grâce à la générosité de nos Collègues MM. Henry-Lepaute et E. Bourdon. M. Henry-Lepaute a installé dans la salle du Comité un régulateur qui actionne électriquement le cadran de la salle des séances. M. le Président remercie vivement nos deux Collègues de leur don généreux.

A cette occasion, M. le Président tient à réparer une omission en adressant les remerciements de la Société à son ancien Président M. Loreau, qui a fait remplacer, pendant les vacances dernières, par de magnifiques mosaïques, les toiles peintes posées en attente dans le plafond de notre vestibule.

M. le Président annonce qu'un certain nombre des élégantes plaquettes qui avaient été faites à l'occasion de la visite de la Société à l'Exposition le 29 juin par trois de nos Collègues n'ayant pas été distribuées, sont mises en vente pour ceux de nos Collègues qui n'ont pas été à la visite, le prix de 0,50 *f* minimum sera versé à notre Fonds de secours immédiats.

M. le Président a le plaisir de donner la parole à Me Pouillet, l'éminent maître du barreau qui a bien voulu venir exposer à la Société le *Rôle de l'Association française pour la protection de la propriété industrielle.*

Me Pouillet expose quel est le but et le programme de l'Association française qui vient d'être fondée. Il indique la grande division de la protection industrielle : les brevets, les marques, les dessins et modèles de fabrique.

En ce qui concerne les brevets d'invention, Me Pouillet indique que

notre loi de 1844 a servi de modèle à toutes les autres législations, mais qu'elle a besoin de réformes en raison même de son ancienneté ; l'Association française se propose donc de réclamer et d'obtenir les réformes urgentes qui s'imposent dans l'intérêt des inventeurs et des industriels.

L'une de ces réformes est relative à la publication des brevets qui sont imprimés dans presque tous les pays d'Europe et livrés au public à un prix très minime ; il y aurait plusieurs moyens de remédier à la dépense supplémentaire qui résultera de cette publication et la réforme sera des plus importantes.

Un autre point est relatif aux rigueurs de la loi, en ce qui concerne le paiement des annuités (article 32) ; il importe de laisser à l'inventeur un certain délai pour le paiement, quitte à lui faire payer une taxe supplémentaire.

Enfin, la taxe devrait être modifiée et le principe d'une taxe progressive pourrait être admis.

Ce sont ces réformes que Me Pouillet demande à la Société des Ingénieurs Civils d'appuyer, afin de faire réussir les démarches de l'Association française pour la protection de la propriété industrielle, pour le plus grand bien de l'industrie française.

M. le Président remercie Me Pouillet de son intéressante conférence et souhaite à la jeune Association le succès dans ses importantes démarches ; au surplus, les noms des fondateurs de l'Association sont un sûr garant de sa réussite.

Il est donné lecture en première présentation des demandes d'admission de MM. E.-E.-H. Brisac, A. Cartier, H.-M. Cottavoz, J. Faure, E. Féraud, L. Fongaffié, Ch.-M.-V.-J. Gabet, A.-Ch. Guerreau, M.-H. Kaltenbach, L. Kamm, J. de Laval, L.-M.-Th. Lorieux, Ed. Mailliard, Ch.-C. Marquet, H. Rabourdin et P.-F. Rault comme Membres sociétaires et de

MM. C. Anné et Ch.-H. Bonnefond comme Membres associés.

MM. A. Chinchon, G. Debrie, R. Henry, A. Huc, J.-M. Porter, R.-S. Raworth, J. Robin-Langlois, R. Vacelet sont reçus Membres sociétaires et

M. L.-C. Bignon, Membre associé.

La séance est levée à 11 heures.

Le Secrétaire,
Lucien Périssé.

AUTOMOBILES ÉLECTRIQUES

CONFÉRENCE-VISITE

FAITE PAR

M. HOSPITALIER

A L'EXPOSITION DES AUTOMOBILES

COMPTE-RENDU

PAR

M. G. BAIGNÈRES

Cette première conférence-visite organisée à l'Exposition des Automobiles le 24 juin dernier, avait réuni plus de deux cents de nos collègues et c'est dans le salon de l'Automobile-Club, mis gracieusement à la disposition de la Société que M. Hospitalier a donné tout d'abord des renseignements généraux sur les voitures électriques.

Après un historique sommaire de la question, M. Hospitalier fait ressortir tous les avantages que présente l'emploi de l'électricité : moteurs rotatifs, couple de démarrage très élevé, dépense proportionnelle à la puissance à développer, récupération possible d'énergie dans les descentes, marche silencieuse des moteurs, absence d'odeur, de trépidations, etc.

On emploie un ou deux moteurs pour actionner les roues. L'avantage que présente un seul moteur c'est d'avoir un rendement plus élevé, mais avec deux moteurs on supprime le différentiel. Les moteurs se placent soit à l'avant soit à l'arrière. A bien des points de vue il est préférable d'avoir un avant-train moteur.

Les moteurs sont commandés par des combinateurs qui permettent tantôt de modifier le groupement des accumulateurs pour obtenir des vitesses variables, tantôt de modifier l'accouplement des enroulements différents d'induits et d'inducteurs. Les combinaisons dans cet ordre d'idée varient presque à l'infini.

Les moteurs électriques tournant très vite, on a été conduit à employer un arbre intermédiaire portant le différentiel et à assurer la transmission aux roues par chaînes comme dans les moteurs à pétrole.

On tend de plus en plus à supprimer les chaînes et à les remplacer par des engrenages comme dans les voitures Kriéger, où les engrenages sont dans le rapport de 16,5 à 1.

La cheville ouvrière, qui présente de sérieux inconvénients, est peu employée.

On utilise les propriétés des moteurs pour obtenir un freinage électrique, le moteur agit comme une dynamo et l'énergie fournie est absorbée soit par des résistances graduées, soit par les accumulateurs qui sont alors rechargés. C'est dans les descentes que l'on peut ainsi faire de la récupération.

Les principales difficultés des automobiles électriques sont les accumulateurs, les pneumatiques et l'inexpérience du conducteur. Les accumulateurs sont d'un entretien coûteux, mais dans les grandes villes on a souvent la ressource de s'adresser à des maisons qui pourraient se charger de la visite, de l'entretien et du remplacement des accumulateurs suivant un tarif déterminé. Les avantages et les inconvénients des pneumatiques sont trop connus pour qu'il soit inutile d'insister; enfin, en ce qui concerne le conducteur celui-ci a le devoir de surveiller avec le plus grand soin l'état de décharge des accumulateurs; c'est souvent pour avoir poussé trop loin cette décharge que les accumulateurs se détériorent.

Après ces renseignements généraux, M. Hospitalier[1] donne la nomenclature des différents types de voitures exposées avec les caractéristiques de chacune d'elles.

Nous reproduisons ci-dessous un tableau qui accompagnait un article de M. Hospitalier, publié dans le n° 180, du 25 juin dernier, de l'*Industrie électrique*.

EXPOSANTS	VOITURES D'AGRÉMENT	FIACRES, REMISES, VOITURES DE MAITRE	OMNIBUS	VOITURES DE LIVRAISON	DIVERS	TOTAUX
Amiot à Peneau	»	»	»	»	1	1
Autocab	»	1	»	»	»	1
L'Automobile	2	»	»	»	»	2
Cleveland The machine Screw C°	5	»	»	»	»	5
Compagnie française des voitures électromobiles	1	5	1	2	»	9
Compagnie internationale de transports automobiles	2	1	»	1	1	5
Durey-Sohy	»	1	»	»	»	1
Établissements Pieper	»	»	»	»	1	1
Guiet et Cie	»	1	»	»	»	1
Jeantaud	1	3	»	»	»	4
La marque Georges Richard	1	»	»	»	»	1
Ch. Mildé et Cie	»	»	»	2	»	2
Henry Monnard	1	»	»	»	»	1
Patin et Requillard	6	1	»	»	»	7
Société anonyme des applications électriques	1	»	»	»	»	1
Société des voitures électriques et accumulateurs système B. G. S.	4	1	»	1	»	6
Société l'Électromotion (voitures Columbia)	8	»	»	1	»	9
Société des voitures électriques système Kriéger	»	2	1	1	»	4
Védovelli et Priestley	1	1	»	»	»	2
(19 exposants) TOTAUX	33	17	2	8	3	63

De ce tableau il résulte que 19 exposants ont présenté 63 véhicules électriques de types divers.

Au nom de la Société des Ingénieurs Civils, M. Dumont, Président, remercie vivement M. Hospitalier de sa très instructive conférence, ainsi que M. Rives, Directeur général de l'Exposition, qui a bien voulu faciliter aux membres de la Société la visite de l'Exposition en mettant à disposition son nombreux personnel.

Les auditeurs sont ensuite invités à se rendre dans l'Exposition où nous allons suivre, pas à pas, le conférencier dans les intéressantes explications qu'il a bien voulu donner sur place.

Voitures électriques de la Cleveland Screw C°.

Ces voitures sont munies d'un seul moteur bipolaire avec inducteurs en série; il donne normalement 1 500 watts sous 86 volts à 1 800 tours par minute; il peut supporter une surcharge de 150 0/0.

Ce moteur est fixé au centre de l'essieu arrière sur deux coussinets à billes placés de chaque coté du différentiel. Pour éviter que le moteur reçoive des chocs il est suspendu au châssis de la voiture au moyen d'une attache élastique.

L'induit et les engrenages sont protégés par une enveloppe en aluminium. La transmission à l'essieu arrière se fait au moyen d'un engrenage à double réduction. Le moteur lui-même est muni d'un réducteur de vitesse mécanique dont la mise en service peut se faire au moyen d'un levier placé sur le siège à côté du conducteur.

Le courant est fourni par une batterie d'accumulateurs placée dans la caisse de la voiture. Cette batterie se compose de 44 éléments, renfermés dans 4 boites de 11 éléments chacune. Les accumulateurs spéciaux des voitures Cleveland permettent, paraît-il, d'accomplir un trajet de 110 à 120 *km* sur bonne route; la batterie complète pèse environ 375 *kg*.

Le système de direction, très particulier d'ailleurs, se compose d'un levier unique par lequel on actionne tous les appareils de conduite de la voiture. Pour la marche avant il suffit de baisser le levier plus ou moins suivant la vitesse que l'on désire obtenir. En élevant le levier on coupe le courant et le même mouvement fait fonctionner un frein électrique et un frein mécanique. Les trois premières vitesses, 4, 8 et 16 *km* à l'heure s'obtiennent par le couplage des accumulateurs, soit toutes les quatre boites en quantité, soit deux boites en quantité et deux en série, soit toutes les boites en série. Il y a en outre une résistance que l'on peut introduire en shunt sur les inducteurs; cette résistance, qui est réglée par un bouton placé à portée de la main du conducteur et actionnée au pied par un bouton spécial, permet d'obtenir toutes les vitesses de 16 à 32 *km* à l'heure.

Les voitures sont pourvues d'un frein mécanique à bandes, d'un freinage électrique et d'un frein à sabot fonctionnant à l'aide d'une pédale; au serrage de ce frein spécialement réservé pour les descentes très raides le circuit est coupé automatique-

ment et il est impossible de remettre la voiture en marche sans l'avoir préalablement desserré.

La marche arrière ne peut se produire avant que le courant ait été coupé; de même le courant ne peut être admis sur le moteur avant que le frein soit desserré et inversement.

Le voltmètre et l'ampèremètre combinés sont placés sur le garde-crotte sous les yeux du conducteur.

Le châssis de la voiture est formé de tubes en acier, ce qui lui donne une grande légèreté.

Le poids total de la voiture avec ses accumulateurs est d'environ 800 *kg*.

Voitures électriques système Kriéger.

Les voitures Kriéger sont à avant-train moteur et directeur.

Chacune des roues d'avant montée sur des fusées à pivot reçoit son mouvement d'un moteur faisant corps avec la fusée et virant par conséquent avec elle.

Le mouvement est transmis du moteur à la roue par des engrenages dont le rapport est de 1 à 16,5. Les moteurs du type Compound à 4 pôles ont une puissance de 4 kilowats, ils pèsent 65 *kg* et tournent à 2 600 tours par minute.

Les accumulateurs Fulmen employés sont du type B. 17; il y en a 44 et leur capacité est de 140 ampères-heures. La batterie qui pèse 480 *kg* est répartie moitié à l'avant, moitié à l'arrière du véhicule.

Le combinateur permet de réaliser 8 vitesses avant, une marche arrière et le freinage électrique; il existe de plus deux positions de récupération permettant dans les descentes la charge des accumulateurs.

Une clef de contact permet d'immobiliser la voiture pendant les arrêts.

Voitures électriques Bouquet, Garcin et Schivre.

Ces voitures comportent un seul moteur à deux bobinages induits inégaux effectués sur le même noyau en tôle et reliés à deux collecteurs. Pour une vitesse angulaire donnée dans un champ magnétique donné, la force contre-électromotrice développée par l'un des enroulements est représentée par 5 et celle de l'autre par 3. Le combinateur a pour but d'intercaler conve-

nablement ces bobinages en circuit suivant la vitesse à obtenir.

Pour le démarrage, les deux enroulements induits sont couplés en tension avec des résistances de démarrage en circuit avec la batterie. Le moteur démarre ainsi avec le maximum de force contre-électromotrice et le maximum de résistance intercalée. Dans ses positions successives le combinateur supprime d'abord graduellement les résistances; il intercale ensuite l'enroulement 5 seul, puis l'enroulement 3 seul et enfin pour la grande vitesse les enroulements 5 et 3 en opposition.

Les accumulateurs, toujours groupés en série, sont d'un type spécial; les constructeurs annoncent des chiffres qui n'ont pu être contrôlés, le poids d'un élément serait de 8,050 *kg* et la capacité, pour une décharge en 5 heures, de 115 ampères-heures.

Pour une batterie moyenne de 350 *kg* présentant une capacité de 120 ampères-heures au régime normal de 15 à 20 ampères, en tenant compte du rendement de la batterie (90 0/0) et en admettant une tension de charge de 110 à 115 volts, on arriverait à une dépense de chargement de 6 francs, l'hectowatt-heure étant vendu 0 fr. 04. La distance parcourue dans ces conditions serait de 80 à 100 *km*.

Voitures de la Société des Électromobiles.

Les voitures présentées par cette Société sont de deux types.

Dans le premier, les moteurs sont placés horizontalement et commandent par engrenages et chaînes les roues d'arrière. Dans le second c'est l'avant-train qui est tracteur, et le moteur électrique placé verticalement commande par engrenages droits et angulaires les roues d'avant. L'arbre de commande passe dans la cheville ouvrière.

Les moteurs employés sont du type Lundell-Johnson à 4 pôles excités en série à double enroulement sur l'induit et double collecteur. Leur puissance est de 3 kilowatts.

Le nombre des accumulateurs est de 44, ils proviennent soit de la Société du Travail électrique des métaux, soit de la Société Française pour la construction des accumulateurs. Leur capacité est de 110, 140 ou 190 ampères-heures suivant l'importance du véhicule et leur poids varie de 400 à 760 *kg*.

Les changements de vitesse du moteur s'obtiennent en laissant la batterie toujours couplée en tension et en agissant sur le couplage des inducteurs et des induits.

Les quatre vitesses obtenues par les différentes combinaisons sont, en palier, respectivement de 4, 8, 12 et 18 *km* à l'heure.

Il y a une position d'arrêt (tous les circuits ouverts), une position de freinage (moteur fermé sur lui-même sans résistance) et une position de marche arrière à la première vitesse de 3 *km* par heure.

Le freinage électrique est complété par un frein mécanique Lemoine agissant sur les roues arrière à l'aide d'une pédale spéciale et un frein à sabots agissant sur les bandages des roues arrière à l'aide d'une seconde pédale. Ces deux freins coupent le circuit électrique avant d'agir.

Voitures Columbia.

Dans ces voitures on fait usage d'un seul moteur à 4 pôles d'une puissance de 1 500 watts pour les voitures à deux places et de deux moteurs pour les types plus importants.

Les accumulateurs du type Phénix (Philippart) ont une capacité de 120 ampères-heures, leur nombre est de 44 ; ils sont répartis en 4 groupes de 11 éléments.

On obtient une première vitesse de 5 *km* à l'heure, en montant les 4 groupes en quantité ; une deuxième vitesse de 12 *km* en plaçant 2 groupes en quantité et 2 groupes en tension ; une troisième vitesse de 20 *km* en mettant tous les éléments en série.

Les organes de manœuvre sont disposés à portée du conducteur, qui occupe le siège de gauche ; il a à sa gauche un levier unique servant à mettre en marche le moteur, à faire varier sa vitesse et à l'arrêter ; à droite, l'appareil de direction ; à portée du pied droit, une pédale agissant sur de puissants freins ; sous le talon gauche, une seconde pédale permettant d'obtenir instantanément, à volonté, la marche en arrière. Un frein à patins et un interrupteur à fiche donnent également le moyen d'arrêter le moteur et la voiture elle-même.

Le poids de la voiture à deux places est de 700 *kg* et celui des accumulateurs de 400 *kg*. Tous les roulements sont montés sur billes et les bâtis en tubes donnent une très grande légèreté aux véhicules.

Voitures Jeantaud.

Le succès des voitures de notre Collègue, M. Jeantaud, s'affirme de plus en plus, et nous ne croyons pas utile de rap-

peler, ici, tout ce qui a déjà été dit à la Société des Ingénieurs Civils sur ces voitures dont le confortable ne le cède en rien à l'élégance.

Voiture Riker.

Dans le stand de la Société l'« Automobile », on remarquait un châssis électrique et un phaéton du système Riker.

Comme toutes les voitures de construction américaine, le châssis est en tubes d'acier; par un système de suspension approprié le moteur est soustrait aux trépidations. Le différentiel est abrité par un carter.

Un compteur à pendule, du système Aron, permet de se rendre compte de l'état de décharge de la batterie; reste à savoir si les résultats obtenus avec un compteur à pendule répondront aux prévisions.

Voitures de la Compagnie internationale des transports automobiles.

Le modèle de voiture électrique à 4 places comporte 44 accumulateurs Fulmen de 130 à 170 ampères-heures suivant le type, du poids total de 500 à 600 *kg*.

Deux moteurs de 3 kilowatts, type Jenatzy à 2 pôles, commandent par engrenages et chaînes les roues d'arrière.

Le combinateur du type Jenatzy permet de réaliser 6 vitesses et de freiner électriquement. L'inconvénient que l'on peut reprocher à ce combinateur, c'est d'exiger de la part du conducteur une attention très soutenue pour la manœuvre des commutateurs correspondants aux différents régimes de marche.

Dans les coupés et victorias, l'attaque des moteurs se fait directement par pignon et engrenage.

La voiture de livraison des Magasins du Louvre, qui était exposée, comporte 44 accumulateurs, dont les plaques positives sont du type Blot et les plaques négatives du type Fulmen. Leur capacité est de 200 ampères-heures.

Chacun des deux moteurs a une puissance de 5 kilowatts et la transmission se fait par engrenages et chaînes.

C'est dans ce stand que l'on remarque la voiture électrique à l'aide de laquelle M. Jenatzy a couvert un kilomètre en

34 secondes (départ lancé) ce qui donne une vitesse de près de 106 *km* par heure.

Dans cette voiture, qui affecte la forme d'une torpille, les roues motrices sont calées directement sur les axes des induits des deux moteurs.

Voiture Georges Richard.

Cette voiture, qui se présente sous la forme d'un Duc, pèse seulement 650 *kg*, y compris la batterie d'accumulateurs dont le poids est de 300 *kg*.

Le moteur, du type Manchester, à tambour, avec excitation série, pèse 80 *kg*, il est de 2 kilowatts et peut donner momentanément de 4 à 5 kilowatts.

Ce moteur est suspendu à un cadre en fer à U et il attaque par engrenages un différentiel qui transmet le mouvement aux roues au moyen de chaînes.

Les accumulateurs, au nombre de 44, sont du type Dujardin, d'une capacité de 70 ampères-heures.

Le conducteur, placé à gauche, conduit la voiture de la main droite au moyen d'un volant ; une manette placée sur la tige de direction permet de donner à la voiture trois vitesses en avant et une marche arrière.

Les régimes de vitesse s'obtiennent par le groupement des accumulateurs et la mise en quantité des inducteurs.

Voiture Henry Monnard.

Les roues motrices d'arrière de cette voiture, qui est à cinq places, sont commandées chacune par un induit dont le champ est produit par un inducteur commun. Les deux induits sont toujours couplés en tension. L'excitation des inducteurs est obtenue à l'aide de deux groupes de deux éléments d'accumulateurs que l'on associe en tension ou en dérivation suivant les différents régimes de vitesse.

Les accumulateurs *Vulcain* au nombre de 40 formant 4 groupes de 10 éléments, fournissent l'énergie nécessaire pour faire tourner les deux induits. La consommation de 48 watts-heure par tonne-kilomètre annoncée par M. Henry Monnard, parait faible.

Ajoutons que le constructeur doit tenter de faire prochaine-

ment le trajet de Paris à Rouen sans recharger ses accumulateurs.

Autocab électrique.

Cette voiture est caractérisée par une forme très spéciale. Le conducteur est à l'arrière, comme dans les cabs, et quatre personnes peuvent prendre place à l'intérieur.

Le moteur comporte deux enroulements inducteurs et deux enroulements induits.

La transmission se fait par engrenages.

Le combinateur permet de réaliser quatre vitesses avant et une marche arrière.

Une disposition particulière permet de freiner mécaniquement et électriquement par une seule manœuvre de pédale et cela progressivement selon les besoins.

Voiture Védovelli et Priestley.

Cette voiture, qui affecte la forme d'un Landsome-Cab peut se transformer en voiture à quatre places lorsque le tablier qui est à l'avant est maintenu ouvert.

Elle repose sur un truc à trois roues, la roue d'avant étant pivotante.

La direction s'obtient en agissant mécaniquement sur un différentiel qui commande les roues arrière ; on imprime à l'une des roues une vitesse plus grande que celle qui lui est donnée par le moteur, tandis que l'autre roue subit un mouvement retardé ; dans ces conditions la voiture tourne et, dès que l'appareil de manœuvre a été abandonné, les roues motrices reprennent la même vitesse et la voiture continue son mouvement dans la direction de la tangente.

Le combinateur est constitué par un plateau sur lequel reposent des balais en charbon et qui se déplace entre ces balais pour établir les différentes vitesses qui sont obtenues en couplant les moteurs en série ou en quantité avec ou sans résistance.

Deux freins agissant sur l'arbre du différentiel sont commandés par le même levier que le combinateur, de façon à ne pouvoir faire frein que lorsque les moteurs sont en circuit. Cette disposition rend impossible le démarrage en grande vitesse après avoir freiné ; un second frein, au pied, coupe le courant qui ne peut

être rétabli qu'en ramenant le combinateur à la position d'arrêt.

Les accumulateurs sont chargés pour un trajet de 70 à 80 *km*, mais si l'on veut faire une longue excursion, on peut placer à l'arrière de la voiture, une petite usine de charge portative comprenant un moteur à pétrole de Dion et une dynamo. Le moteur s'arrête automatiquement lorsque les accumulateurs sont chargés. Cette usine portative pèse 140 *kg*.

Voitures de MM. Patin et Réquillard.

MM. Patin et Réquillard exposent trois modèles de voitures électriques.

Le type des grandes voitures est représenté par un phaéton de cinq places et par un double duc de quatre places.

Les accumulateurs, au nombre de 44, sont renfermés dans deux coffres. Ils sont du type Patin à oxyde rapporté; leur capacité est de 120 à 180 ampères-heures suivant le modèle et le poids, de 320 à 440 *kg*.

Le moteur du type série d'une puissance de 2 kilowats est pourvu de deux enroulements sur les inducteurs et de deux enroulements sur l'induit. On peut atteindre une puissance maximum de 10 *ch* pendant quelques instants.

L'appareil de manœuvre comporte 3 vitesses et une marche arrière ; l'arrêt se fait à l'aide d'une pédale agissant sur un frein à bandes.

Les voiturettes à quatre roues, type américain renferment 24 accumulateurs de 90 ampères-heure; leur poids est de 180 *kg*. Le moteur est de 1500 watts; il est du type série avec deux enroulements pour les inducteurs et l'induit. Dans ce modèle de voiture il existe un changement de vitesse mécanique par engrenages.

Le coupleur permet d'avoir trois vitesses du moteur; l'arrêt se fait par pédale.

La *voiturette tricycle* présente une certaine originalité. C'est la roue d'avant qui est à la fois motrice et directrice. Il existe 24 accumulateurs de 90 ampères-heures pesant 120 *kg*.

Le moteur de 1500 watts est placé à l'avant, au-dessus de la roue motrice qui est commandée par deux transmissions à courroie permettant d'obtenir deux vitesses différentes; l'embrayage se fait au moyen d'un galet tendeur.

L'appareil de manœuvre électrique comporte également trois vitesses.

Voiture de M. Pieper.

Cette voiture extrêmement originale, emprunte l'énergie nécessaire à sa propulsion à un moteur à pétrole et à des accumulateurs.

Le système est donc mixte et il a été réalisé de la façon suivante :

Un moteur à pétrole de 2 500 watts du type vertical à un cylindre est placé à l'avant de la voiture ; le refroidissement du cylindre est obtenu par des ailettes en fonte, tandis que celui de la culasse et des boîtes à soupape est produit par une circulation d'eau.

L'eau de refroidissement est placée dans un petit réservoir au-dessus du moteur ; un radiateur permet de diminuer notablement l'évaporation.

Accouplée directement au moteur à pétrole, une dynamo de 2 kilowatts fonctionne, tantôt comme génératrice, tantôt comme réceptrice. Dans ce dernier cas, la puissance qu'elle fournit s'ajoute à celle du moteur à pétrole, de telle sorte que les deux moteurs réunis peuvent donner de 4 à 5 kilowatts.

L'arbre commun de la dynamo et du moteur à pétrole porte un embrayage à friction qui permet de transmettre son mouvement à l'essieu d'arrière de la voiture au moyen d'un train d'engrenages.

La batterie d'accumulateurs du poids de 125 *kg*, se compose de 40 éléments; elle doit toujours être complètement chargée.

Pour mettre le moteur à pétrole en marche on agit sur un rhéostat qui envoie le courant des accumulateurs dans la dynamo; celle-ci se met à tourner et entraine le moteur à pétrole; il suffit de régler la carburation et d'ouvrir le robinet d'admission des gaz pour que le moteur à pétrole fonctionne à son tour. La dynamo fonctionne alors comme machine génératrice, la puissance développée par le moteur à pétrole est absorbée par la dynamo dont le courant charge la batterie.

En agissant sur l'embrayage à friction la voiture se met en marche et la dynamo est génératrice ou réceptrice suivant la puissance exigée. Si cette puissance est inférieure à celle que peut fournir le moteur à pétrole, l'excédent passe dans la batterie. Si au contraire elle est lui supérieure, la vitesse du moteur diminuant, la dynamo devient réceptrice; elle reçoit du

courant de la batterie et la puissance qu'elle fournit s'ajoute à celle du moteur à pétrole.

Il est à remarquer que cela s'opère automatiquement, sans aucune manœuvre de la part du conducteur.

La batterie et la dynamo servent donc de volant et de régulateur et l'ensemble qu'elles forment avec le moteur à pétrole permet de fournir une puissance très grande à un moment donné et toujours proportionnelle à l'effort exigé par la voiture.

En pratique, la batterie reste constamment chargée et se trouve, par suite, dans les meilleures conditions possibles au point de vue de la conservation et du travail qu'elle doit fournir. Dans le cas où la batterie viendrait à s'épuiser, on peut la recharger avec la voiture au repos, toute l'énergie du moteur étant employée à ce travail.

Enfin, s'il survenait une avarie au moteur à pétrole, on peut découpler ce moteur de la dynamo et la voiture fonctionne alors comme une simple voiture électrique.

Voitures Mildé.

La voiturette-tricycle se compose d'un avant-train tracteur, à roue motrice unique indépendante de la caisse à laquelle il est attelé.

Il porte tout le mécanisme (moteur et accumulateurs) abrité dans un tambour et suspendu sous un cercle directeur en acier profilé.

Ce cercle tourne sous l'action directe du guidon, autour de la verticale passant par le point d'application de la roue sur le sol entre 8 galets, réglables et démontables, disposés en octogone sur le cadre en tube d'acier, prolongation du châssis de la voiturette.

Le moteur, du type Compound, est de 700 watts.

Le combinateur permet de réaliser une vitesse de démarrage à 5 *km*, 4 vitesses croissantes de 10 à 25 *km*, une marche arrière et le freinage électrique.

La batterie se compose de 22 éléments réunis en tension d'une capacité de 100 ampères-heures; elle pèse 150 *kg*.

La voiture de livraison Mildé est suffisamment connue pour qu'il soit utile d'en donner de nouveau la description.

AUTOMOBILES A PÉTROLE

Le 27 juin dernier, les membres de la Société se sont réunis à l'Exposition des Automobiles, pour entendre une conférence des plus intéressantes sur les automobiles à pétrole, faite par M. le comte de La Valette.

A l'issue de cette conférence deux groupes ont été formés, l'un sous la conduite de M. le comte de La Valette, l'autre sous la direction de M. le comte G. de Chasseloup-Laubat. Des explications très complètes ont été données sur place par ces messieurs.

Nous ne croyons pas devoir entrer dans des détails de construction qui ont d'ailleurs été très clairement exposés à la Société par MM. Forestier et Soreau. Il nous suffira de dire que depuis cette époque, il n'a pas été apporté de perfectionnements saillants aux automobiles à pétrole. Les constructeurs se sont surtout ingéniés à établir des voiturettes, modèle qui paraît actuellement très en faveur.

M. le Président de la Société a vivement remercié les conférenciers qui ont décrit avec un véritable talent les principaux modèles de voitures exposées.

VISITE AUX CHANTIERS

DE

L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

le 29 juin 1899.

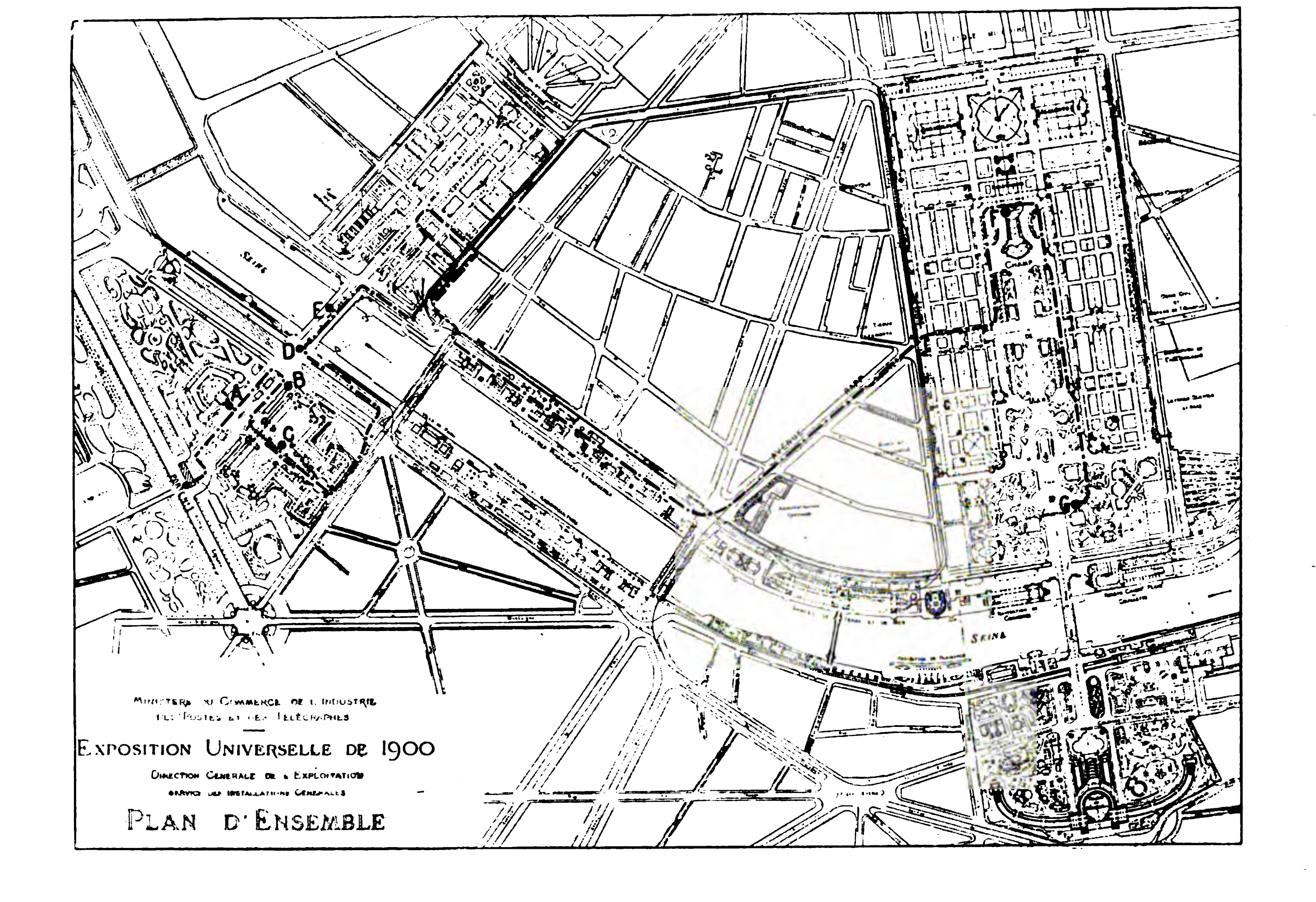
COMPTE RENDU

PAR

M. Max DE NANSOUTY

Le 29 juin 1899, M. G. Dumont, Président de la Société, avait organisé une visite générale des chantiers de l'Exposition Universelle : elle a été faite sous sa direction et sous la conduite de M. Max de Nansouty et A. da Cunha, qui avaient été chargés de dresser un itinéraire et de faire parcourir à leurs Collègues, autant que possible, l'ensemble des travaux en cours.

On trouvera joint à la présente note le tracé de cet itinéraire, reporté sur un plan général de l'Exposition par les soins de M. A. Sauvert, Membre de la Société. Chacun des visiteurs en a, d'ailleurs, reçu un exemplaire illustré et qui donnait, sous forme de brochure, une description sommaire des principaux points où le cortège s'est méthodiquement arrêté, en A, B, C, D, E, F, G. En chacun de ces points, M. A. da Cunha, qui possède un véritable talent de photographe amateur, avait eu soin de prendre, quelques jours auparavant, une vue photographique, que l'on retrouvera dans le dessin annexé. Ces vues, bien que ne représentant que des épisodes de la construction, ne sont pas banales. Elles fixeront le souvenir de nos Collègues alors que, tout étant prêt pour l'ouverture de l'Exposition, les échafaudages étant tombés et le terrain nivelé, il sera plus intéressant encore pour les Ingénieurs de se remémorer les difficultés qu'il a fallu vaincre au cours de la lutte contre le terrain et la matière, ainsi que les conditions de montage des grandes charpentes métalliques, et aussi la mise en place artistique exacte des diverses parties des édifices.


Ministère du Commerce de l'Industrie
des Postes et des Télégraphes
Exposition Universelle de 1900
Direction Générale de l'Exploitation
Service des Installations Générales
Plan d'Ensemble
Seine
Seine
A
B
C
D
E

Le parcours suivi par les Membres de la Société a commencé par la porte n° 1 du dernier vestige subsistant du Palais de l'Industrie, pour se terminer à la Tour Eiffel ; à chacune de leurs stations, les Ingénieurs civils ont pu trouver un témoignage des progrès de leur art, de la perfection que tant de leurs savants Collègues ont apportée à l'outillage des Travaux publics, ainsi que de la belle organisation qui, sous la direction magistrale de M. Alfred Picard, Commissaire général de l'Exposition de 1900, a permis de faire, en quelque sorte, surgir du sol, avec des monuments durables, non moins qu'avec des installations brillantes et éphémères, l'Exposition Universelle la plus complète et la plus splendide dont l'Histoire aura pu, jusqu'à présent, enregistrer l'édification.

Voici, avec quelques détails sommaires, le compte rendu de cette intéressante visite. Nous nous arrêterons aux différentes stations comme l'ont fait les visiteurs eux-mêmes.

A. — Entrés par la porte n° 1 du Palais de l'Industrie, les visiteurs pénètrent sur l'avenue encadrée par les deux Palais et qui ouvrira une grande Perspective entre les Champs-Élysées et l'Esplanade des Invalides ; la disposition des deux Palais a été dictée par l'emplacement même dont on disposait. Le Petit Palais, devant la façade duquel on s'arrête tout d'abord, est l'œuvre de M. Girault, architecte, lequel obtint la première prime au Concours ouvert pour le projet général d'Exposition Universelle en 1900. Cet édifice, remarquablement étudié par son auteur, est destiné à recevoir, en 1900, l'Exposition rétrospective de l'Art français : il fera retour à la Ville de Paris après 1900 et servira de Musée. La construction du Petit Palais des Champs-Élysées coûtera environ 4 600 000 *f* ; on espérait tout d'abord quelques réductions sur les devis, mais l'augmentation du prix des fers n'a pas permis de les réaliser.

Les travaux, au moment où nous les visitons, sont en pleine activité et, dès le commencement de l'automne, on peut être assuré que l'édifice sera clos et couvert de façon à permettre tous les aménagements intérieurs.

B. — Traversant la grande avenue, les visiteurs entrent dans le Grand Palais placé en face du précédent et qui encadre avec lui la voie triomphale. En 1900, le Grand Palais abritera l'Exposition centennale ainsi que l'Exposition décennale : le Salon an-



Fig. 2. — Entrée par la porte principale du Grand Palais. Les Ingénieurs Civils passent à côté de la grande grue roulante à vapeur travaillant à la construction de l'édifice.

nuel se tiendra pendant ce temps dans un aménagement spécial sur l'emplacement des anciens abattoirs de Grenelle.

Le Grand Palais, qui coûtera environ 15 millions de francs, est construit en collaboration par MM. Deglane, Louvet et Thomas, lauréats du Concours des projets de l'Exposition Universelle, sous la direction générale des travaux de M. Girault. Ses proportions sont grandioses. Lorsque, plus tard, on contemplera ces édifices, aussi imposants par leurs dimensions que remarquables par l'harmonie de l'ensemble et la perfection des détails, on aura peine à croire qu'ils aient pu être élevés dans un délai aussi bref, avec une rapidité unique dans l'histoire de l'Architecture. Cette rapidité est due en partie à l'emploi des engins mécaniques perfectionnés dont la mise en pratique est une des caractéristiques de l'art moderne de l'Ingénieur. On était, on est encore frappé de voir le petit nombre d'ouvriers qui travaillent à l'édification de ces constructions, et l'on peut leur appliquer l'adage célèbre : *Mens agitat molem.* Il semblait, en vérité, pendant la construction, qu'un Orphée mythologique faisait accourir les matériaux aux accords de sa lyre. Une récente statistique nous a appris, d'ailleurs, que le nombre total des ouvriers travaillant sur les chantiers de l'Exposition Universelle ne dépassait pas 3 000 en tout et cela, dans la période la plus active de la construction! C'est une réponse de fait à l'argument souvent mis en avant, à la tribune même de nos Chambres, et qui attribuait à l'Exposition Universelle le fâcheux effet d'attirer à Paris tous les travailleurs de France, de façon à laisser sur le pavé, après la clôture, des légions de « sans travail ». C'est surtout dans nos usines, dans nos ateliers, que l'Exposition a donné aux travailleurs une besogne active et rémunératrice : il faudrait partir, en vérité, d'un singulier principe pour ne pas s'en déclarer satisfait.

C. — Entrés dans le Grand Palais, les Membres de la Société se rendent compte de ses vastes proportions, qui permettront plus tard d'y tenir toutes les réunions (1), y compris les Concours hippiques auxquels le Palais de l'Industrie donnait autrefois l'hospitalité et qui avaient émigré à la Galerie des Machines, au Champ-de-Mars, après sa démolition. La longueur et largeur de piste sera la même. En 1900, les chefs-d'œuvre centennaux et décennaux de la sculpture y seront exposés. La plus grande partie des

(1) Les clichés des figures 2 et 3, exécutés d'après des photographies, nous ont été obligeamment prêtés par l'administration de *la Vie Illustrée*, 10, rue Saint-Joseph, à Paris.

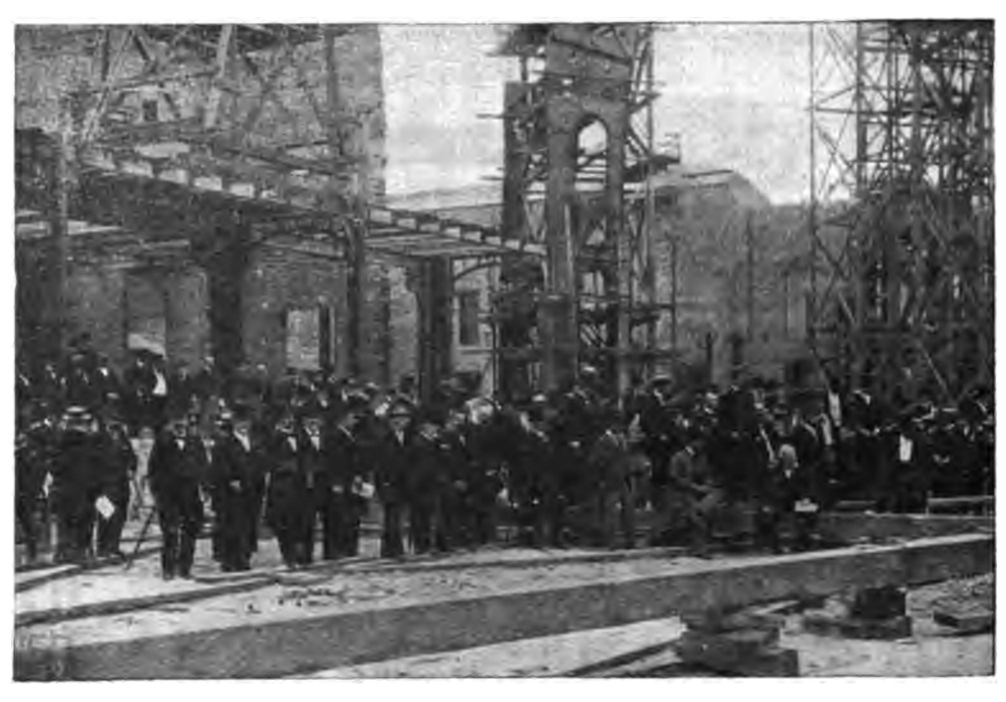


Fig. 3. — Les Ingénieurs Civils groupés à l'intérieur de la nef du Grand Palais sur l'emplacement où va être construit l'escalier monumental menant aux galeries supérieures.

charpentes en fer du Grand Palais est déjà en place ; on commence le montage de celles du grand hall pour lesquelles un énorme échafaudage a été dressé. Tous les fers étant à pied d'œuvre, ou prêts dans les usines, on peut compter que le Grand Palais sera entièrement achevé à la fin de la présente année.

Les Ingénieurs civils se groupent au fond de la grande piste, sur l'emplacement qui sera occupé par un escalier monumental menant aux galeries supérieures du Palais. De nombreux photographes prennent des vues de cet intéressant groupement. Puis, continuant leur marche, les visiteurs parcourent la partie de l'édifice construite par M. Thomas, sur l'avenue d'Antin. Ils remarquent l'excellent emploi qui a été fait, dans cette partie, des procédés récents de « ciment armé » pour la construction des planchers, balcons en encorbellement, colonnes, etc. Sur la façade, on admire la belle colonnade aux chapiteaux artistement sculptés, derrière laquelle se développe la belle frise en grès cérame fabriquée pour l'Exposition de 1900 par la Manufacture de Sèvres. On remarque que toutes les sculptures délicates sont, par un habile tour de main, recouvertes de papier et de plâtre : le Palais terminé, ces couvertures protectrices seront arrachées et, comme dans un coup de théâtre, au lever de la toile, les délicatesses de l'architecture apparaîtront dans leur entière perfection.

Les visiteurs passent au travers des grands arbres subsistant des massifs du célèbre Jardin de Paris : on en a enlevé beaucoup ; cependant, quel que soit le culte que l'on puisse avoir pour les beaux arbres, on constate qu'il en est encore subsisté trop, car les façades du Palais disparaissent derrière de plantureux ombrages. Il y aura donc encore quelques prélèvements d'arbres à faire ; ces aimables végétaux seront les premiers à s'en féliciter et l'on n'entendra, soyons-en certains, aucune plainte ni des dryades, ni des hamadryades de l'ancien Jardin de Paris, car ces arbres, enlevés avec leurs racines et mis sur des chariots, sont transportés au Bois de Boulogne ; ils y sont « mis au vert » dans un sanatorium spécial et ils y reprennent des forces et de la verdeur. L'Administration de l'Exposition, qui a enlevé ces arbres sur de lourds chariots attelés par des chevaux, a promis à ceux qui les regrettaient de les ramener à la même place, en automobile, après l'Exposition de 1900. Mais nous croyons bien que, désireux d'admirer les belles perspectives architecturales des Palais, le public ne demandera pas qu'ils soient entourés d'une forêt vierge.

On fait observer que les fenêtres du Grand Palais, de ce côté, sont en partie bouchées et maçonnées : il convient, à la vérité, qu'une fenêtre, comme une porte, soit ouverte ou fermée. Mais pourquoi cette fermeture qui semble systématique ? C'est qu'il a fallu, à l'intérieur des Palais, créer « de la cimaise », beaucoup de cimaise, pour satisfaire les artistes peintres ; et cela ne peut se faire qu'en créant de grandes surfaces de murs nus. Il n'y aura



Fig. 4. — Un pylône architectural du pont Alexandre III :
MM. Cassien-Bernard et Cousin, architectes. — (Dessin d'après la maquette, par M. A. Sauvert, Membre de la Société des Ingénieurs Civils).

pas moins de *cinq kilomètres* de cimaise couverts de tableaux, dans le Grand Palais en 1900, et c'est pourtant à peine si cette bonne volonté kilométrique de l'Administration a satisfait les intéressés. On ne peut certainement que souhaiter de voir ces murs

couverts de chefs-d'œuvre ; mais leur simple examen demandera plusieurs jours à ceux des visiteurs de l'Exposition Universelle qui voudront l'entreprendre, et ce ne sera pas vraisemblablement sans fatigue que l'on parcourra cette grande maison de l'art : *Magna domus, parva quies !* dit, à juste titre, le proverbe latin. Peut-être conviendra-t-il de considérer désormais ce développement des cimaises comme un véritable maximum.

D. — Les visiteurs sortant de l'enceinte des Champs-Élysées, au travers de ses vertes palissades, arrivent au pont Alexandre III, dont les honneurs leur sont faits par ses éminents constructeurs, MM. Résal, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, et Alby, Ingénieur ordinaire. Nous laissons à notre collègue, M. L. Périssé, le soin de décrire cette étape technique de l'excursion (1).

E. — Le pont Alexandre III est franchi. Voici les Ingénieurs sur la rive gauche de la Seine. Ils admirent les culées du pont, les pylônes triomphaux qui en orneront la perspective, et ses robustes articulations. On jette un dernier coup d'œil sur la passerelle de montage métallique mobile qui a servi à la construction des arcs du pont et qui va disparaître, au grand étonnement du public, car ce bon public la considéra pendant longtemps comme constituant le pont lui-même.

Les Ingénieurs examinent les travaux de transformation des quais de la Seine aux abords du pont; les ports de tirage sont transformés en ports droits, ce qui était demandé depuis longtemps par le service de la navigation. Le budget de l'Exposition de 1900 a apporté, pour cette tâche, une utile contribution à celui de la Ville de Paris; c'est encore une œuvre durable dont l'Exposition aura été le point de départ. Le travail de transformation des ports se fait au moyen de bâtardeaux isolant le quai et derrière lesquels on fait la maçonnerie, après épuisement des eaux.

Les visiteurs, remontant sur le quai supérieur, se rendent à l'Esplanade des Invalides. Ils pénètrent sur les travaux et examinent l'aménagement de la gare de la Compagnie de l'Ouest qui sert en ce point de terminus au prolongement de la ligne des Moulineaux. On remarque la surélévation, au-dessus de l'Esplanade des grandes poutres en métal qui recouvrent la gare et quelques explications sont données à ce sujet. La charpente métallique qui couvre la gare a dû emprunter des proportions qui

(1) Voir la notice, page 982.

paraissent imposantes et exagérées, à ce fait que, pendant la durée de l'Exposition Universelle, elle devra servir de substruction aux Palais de l'Esplanade et supporter, de ce fait, une surcharge importante. Mais, après la clôture de l'Exposition, rien ne sera plus aisé que de remettre les choses en état par le remplacement des poutres destinées désormais à supporter une chaussée ordinaire sans surcharge. Dès lors, quelques jardinets entourant ce qui émergera de métal suffiront à rendre à l'Esplanade des Invalides son aspect traditionnel, un peu plus cultivé et plus ornementé qu'auparavant, tâche à laquelle excellent les jardiniers dela Ville de Paris.

L'Esplanade des Invalides en 1900 est réservée, en principe, à l'exposition de l'Art décoratif. Le projet primitif comportait un vaste massif de constructions occupant toute l'Esplanade. Il a paru logique de ménager, dès 1900, la perspective du Dôme, unique au Monde par sa beauté symbolique et par ses souvenirs, au moyen d'une grande « rue expositionnelle » centrale. Cette installation a motivé d'intéressantes annexes transversales. Les arbres, auxquels le public tient à juste titre, ont été respectés dans toute la mesure des possibilités; on n'a enlevé que ceux qui étaient morts de vieillesse et l'on n'a déplacé que ceux auxquels il était impossible de ne pas toucher en exécutant les constructions prévues; transportés, comme leurs émules des Champs-Élysées, au « sanatorium sylvestre » du Bois de Boulogne, ces derniers viendront, s'il y a lieu, après la clôture de l'Exposition reprendre leur place sur l'Esplanade, et l'on ne peut douter que cette période de villégiature ne leur ait été extrêmement profitable : de nombreux exemples analogues le démontrent *a priori*.

Les bâtiments de l'Esplanade des Invalides comportent quatre Palais, dont le principal est consacré à l'Exposition des manufactures nationales : la dépense totale qu'ils entraineront est d'environ 5 millions et demi de francs.

Après avoir quitté l'Esplanade, les Ingénieurs ont regagné le quai de la Seine et parcouru, sur la rive gauche, l'emplacement sur lequel s'édifient, en ce moment, les Pavillons des puissances étrangères. Ces pavillons seront très nombreux et brillants; ils occuperont une grande estacade fondée sur pilotis, les uns en rivière, les autres dans le sol, suivant l'intéressant procédé de compression du sol qui a été imaginé par M. Dulac, Membre de la Société, qui est pratiqué par notre Collègue M. Ducloux, de la

Maison Dulac, Ducloux et Minuit, et dont la description a été donnée à la Société des Ingénieurs Civils de France.

Les nations étrangères montreront à l'Exposition de 1900 une véritable « rue des Nations », fort intéressante par la mise en évidence des styles architecturaux les plus variés et les plus typiques. Nous y trouvons, avec leur représentation et leur prise de possession officielle : l'Italie, la Turquie, les États-Unis, la Hongrie, la Grande-Bretagne, la Belgique, la Norvège, l'Allemagne, Monaco, l'Espagne, la Suède, la Grèce, la Serbie, le Pérou, la Roumanie, la Chine, la Russie, le Transvaal, les Indes Anglaises, le Japon, et l'Égypte, avec de curieuses annexes. Au-dessous de cette réduction du Monde entier passe le prolongement de la ligne des Moulineaux qui aboutit à l'Esplanade. En arrière, sur le quai d'Orsay, on voit commencer les travaux de construction du trottoir-roulant, ou plate-forme électrique à deux vitesses, analogue à celles expérimentées à Chicago et à Berlin, ainsi que du chemin de fer électrique qui desservira l'Exposition. Le chemin de fer et la plate-forme offriront aux visiteurs 30 à 40 000 places par heure. Ce moyen de transport original et puissant constituera l'une des attractions de l'Exposition ; il a été décrit à la Société des Ingénieurs civils par une communication de notre savant Collègue M. Armengaud jeune, il y a peu de temps, et des expériences préalables, auxquelles les Membres de la Société ont été conviés, ont été faites à Clichy-Saint-Ouen. L'installation de la plate-forme roulante sera complétée par la mise en service de 27 chemins-élévateurs, qui amèneront les visiteurs du niveau du sol à l'embarquement sur la plate-forme.

Sur la rive droite de la Seine qui sera reliée à la rive gauche par des passerelles, on voit commencer les travaux du Palais des Congrès, de l'Économie sociale, de la Ville de Paris, de l'Horticulture et Arboriculture. Un peu plus loin, passé le pont de l'Alma, se construit, par les soins de MM. Benouville, architecte, et Le Cœur, entrepreneur, anciens élèves de l'École Centrale, une reconstitution très curieuse du Vieux-Paris, réalisant les conceptions artistiques incomparables du Maître Robida.

F. — Sortis des chantiers de la rive droite, au pont de l'Alma, les Ingénieurs se rendent, par l'avenue Rapp, aux vastes chantiers du Champ-de-Mars. Ils y admirent les belles charpentes en fer construites, entre autres, par nos Collègues MM. Moisant, Laurent et Savey et par MM. Daydé et Pillé : le montage se ter-

mine; les quatre cinquièmes du tonnage total de métal du Champ-de-Mars sont en place. On examine la construction des Palais de l'Éducation et de l'Enseignement, des Mines et de la Métallurgie, des Fils, tissus et vêtements, des Moyens de transport que surmonte une frise remarquable donnant l'historique des moyens de transport à travers les âges, de la Mécanique, de l'Électricité, des Machines.

Les grandes cheminées qui exhaleront le souffle ardent des 20 000 *ch* de force des groupes électrogènes de l'Exposition sont en construction et s'élèvent régulièrement d'environ 50 *cm* par jour. Les deux groupes électrogènes, français et étranger, relèvent du service électrique dirigée par M. R.-V. Picou, ancien élève de l'École Centrale, en même temps que le service mécanique, machines et chaudières, relève de M. Bourdon, ancien élève et professeur de l'École Centrale ; ces deux Chefs de service ont montré et montrent dans leurs travaux un talent et une expérience auxquels on se plait à rendre universellement hommage.

Pendant l'Exposition, MM. S. Périssé, notre ancien Vice-Président, et notre Collègue M. H. Mamy, l'un Président, l'autre Directeur de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail, auront, dans cette partie mécanique de l'Exposition, un vaste sujet d'enseignement, en même temps que notre Collègue M. Compère y montrera les grands services rendus par les Associations de propriétaires d'appareils à vapeur.

Les deux grandes cheminées qui se construisent auront 80 *m* de hauteur et 4,50 *m* de diamètre à leur partie supérieure. Véritables monuments, artistement décorés, ornementés à souhait, l'une est construite par MM. Nicoud et Demarigny, l'autre par MM. Toisoul et Fradet. Leur base repose sur un énorme bloc de béton emplanté dans une forêt de pilotis : chacune d'elles demandera environ un million de briques, et le carneau qui amène les gaz et les fumées à leur base est un véritable tunnel dans lequel passerait aisément un train de chemin de fer.

Les Ingénieurs civils traversent les jardins du Champ-de-Mars dans lesquels les jardiniers de la Ville de Paris ont fait merveille. Ils voient se dresser le grand remblai sur lequel sera construit, devant l'ancienne Galerie des Machines, le Château-d'eau de l'Exposition, avec une cascade plus haute que l'historique cascade du parc de Saint-Cloud : l'Exposition Universelle

de 1900 aura donc ses « Grandes eaux » et aussi de superbes fontaines lumineuses. En arrière, brillera comme une colossale escarboucle, réalisant un rêve prodigieux des *Mille et une nuits*, le Palais de l'Électricité, construit par M. Eug. Hénard.

Vers la Tour Eiffel, nous examinons la construction de l'installation du Grand télescope, ou Grande lunette, qui, par des agrandissements photographiques, donnera aux visiteurs de 1900 des vues de « la Lune à un mètre ». Ce « sidérostat » qui a été l'objet d'une intéressante communication de M. Gautier reproduite dans le bulletin de la Société, et d'une visite aux ateliers du boulevard Arago, fait le plus grand honneur à M. Deloncle, qui l'a conçu, et à son constructeur, M. Gautier fils qui a montré, à cette occasion, l'incomparable perfection de la construction française. Nous nous contenterons donc de rappeler que le sidérostat pèse avec sa lunette 59 000 *kg*, le miroir et son support vertical 13 000 *kg*. L'ensemble de la partie mobile est de 15 800 *kg* et le poids moteur du mouvement d'horlogerie qui la met en mouvement est de 70 *kg*. La partie optique est tout entière exécutée mécaniquement à l'aide de machines dont les organes ont été façonnées avec une précision de 1/10 000 de millimètre. Le miroir plan, qui a 2 *m* de diamètre et 29 *cm* d'épaisseur, pèse 3 000 *kg*. Sa surface actuellement achevée a été vérifiée optiquement par la méthode de Foucault montrant des défauts de planéité de l'ordre du 1/10 000 de millimètre.

Les résultats obtenus montrent que le procédé mécanique peut se substituer avantageusement au travail à la main, puisqu'il supprime les retouches locales. La face plane du miroir a été polie à sec au tripoli de Venise et sera argentée chimiquement par le procédé Martin, une fois le miroir monté dans son barillet. Les objectifs de 60 *m* de foyer, l'un visuel, l'autre photographique, comportent chacun deux lentilles, un crown et un flint. Les lentilles ont 1,25 *m* de diamètre et chaque objectif, avec ses barillets, pèse environ 900 *kg*. Ils seront vérifiés par collimation. Chaque objectif grossit 600 fois, ce qui, avec un oculaire grossissant 10 fois, donne un grossissement total de 6 000. Avec un tel grossissement, la lune aura un diamètre de 5,60 *m* et sera rapprochée à 58 *km*, c'est-à-dire à 1/700 de son éloignement réel. Des cratères de la lune de 100 *m* de diamètre seront représentés sur l'image par un point de 2 dixièmes de millimètre. Enfin le pouvoir séparateur des objectifs sera de 1/10 de seconde d'arc.

Actuellement, la partie métallique du sidérostat est complète-

ment terminée; le montage sur place, au Champ-de-Mars, commencera vers la fin de l'année.

Les Membres de la Société ont pris le plus vif intérêt à examiner l'installation de ce bel appareil astronomique, tout à fait nouveau dans la Science, et qui lui ouvrira sans doute, par les études qu'il facilitera, des aperçus remarquables : *Cœli enarrant !*

G. — Nous arrivons aux nouveaux guichets, tout à fait pimpants et attrayants, de la Tour Eiffel, et nous y montons par les anciens ascenseurs auxquels MM. G. Eiffel et Ribourt viennent d'apporter des perfectionnements qui en augmenteront le débit d'une façon magistrale.

Les excursionnistes, favorisés par un temps très agréable, prennent part au déjeuner servi dans le restaurant russe. Ils ont devant eux la magnifique perspective de Paris.

Au dessert le Président, M. G. Dumont, se lève et porte le toast suivant :

« Messieurs,

» L'année dernière, à pareille date, nous visitions, à l'occasion de la célébration de notre cinquantenaire, les chantiers de l'Exposition de 1900.

» De nombreux ingénieurs étrangers nous accompagnaient et, à la vue de toutes ces constructions qui sortaient à peine de terre, nous avions déjà le sentiment que cette Exposition surpasserait en grandeur et en majesté ses devancières.

» Nous avons pensé que nos Collègues auraient grand plaisir à se rendre compte de l'état d'avancement des travaux. Le nombre considérable d'Ingénieurs qui ont répondu à notre appel prouve que nous ne nous étions pas trompé. Nous remercions vivement M. le Commissaire général, M. Alfred Picard, de nous avoir facilité cette intéressante excursion.

» L'impression qui se dégage, à la suite de notre rapide tournée, c'est que l'Exposition de 1900 sera digne de la France, qui, pour rester fidèle à ses traditions, a convié les travailleurs du Monde entier à célébrer, dans une fête pacifique, la fin d'un siècle fécond en progrès et en découvertes scientifiques de toutes sortes.

» En vous réunissant à déjeuner sur la première plate-forme de la Tour Eiffel qui, après avoir été le clou de 1889, restera une des grandes attractions de 1900, nous avons voulu vous permettre d'admirer à votre aise les dispositions d'ensemble de la

prochaine Exposition et de vous rendre compte de l'importance de l'œuvre déjà accomplie.

» Vous voyez d'ici ces magnifiques palais de pierre, ainsi que ce pont hardi, dont l'habile constructeur, M. l'Ingénieur en chef Résal, est ici présent. *(Applaudissements.)*

» Ces palais et ce pont forment avec le monument de Mansart un ensemble décoratif à la fois puissant et gracieux qui ajoutera une nouvelle merveille à toutes celles qui faisaient déjà de Paris la première ville du Monde.

» Vous apercevez à vos pieds cette Galerie des machines, œuvre de notre ancien président Contamin, qui, après avoir excité l'admiration des Étrangers en 1889, contribuera, sous sa forme nouvelle, au succès de l'Exposition de 1900.

» Et enfin, reliant ces trois grands motifs principaux vous voyez s'élever une quantité de constructions gracieuses et originales destinées à abriter des expositions où l'utile sera mêlé à l'agréable.

» C'est en présence de ces merveilles que, pénétré d'une très grande admiration pour l'œuvre de M. Alfred Picard, je me fais l'interprète de la Société des Ingénieurs Civils de France en portant un toast à M. le Commissaire général et à tous ses éminents collaborateurs.

» Je remercie nos Collègues MM. Max de Nansouty, da Cunha, et Sauvert, qui, après nous avoir guidés avec tant de succès, ont voulu nous laisser un charmant souvenir de cette visite sous forme du programme illustré qui vous a été distribué. »

M. Ribourt, après le banquet, a donné d'intéressantes explications sur les travaux actuellement en cours pour la modification des ascenseurs de la Tour. Ces explications sont reproduites ci-après.

La Tour Eiffel reste un véritable « clou » de l'Exposition de 1900. Du haut de ses plates-formes les Ingénieurs ont pu voir dans tous les détails la construction de l'Exposition : au fond, se profilait dans l'espace la grande Roue de Paris dont les administrateurs ont fait les honneurs aux Ingénieurs dans l'après-midi, avec infiniment de bonne grâce.

Au Trocadéro commencent avec activité les travaux d'installation des sections coloniales française et étrangère : on y verra de très pittoresques et utiles expositions de l'Algérie, de la Tunisie, de l'Indo-Chine, d'Afrique, des Antilles, de Madagascar, de tous les points où flotte le pavillon de la France. Comme expo-

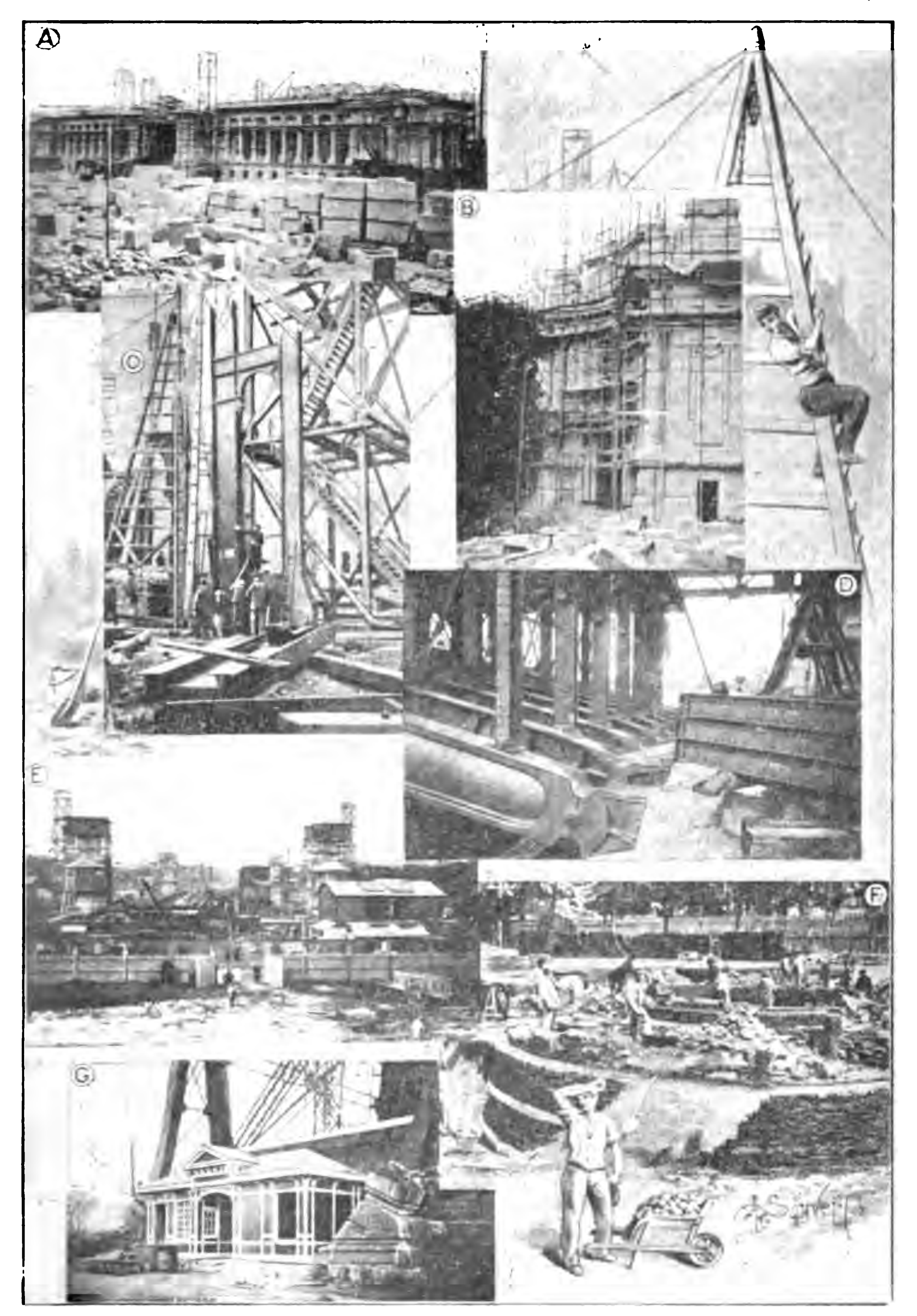


Fig. 5. — **Les divers points des chantiers de l'Exposition où s'est arrêté le cortège des Ingénieurs Civils : d'après les photographies prises par M. da Cunha, Membre de la Société.**

A, le chantier des Palais des Champs-Élysées : façade du Grand Palais; — B, un coin du Grand Palais sur le Cours-la-Reine; — C, le montage du hall de la nef centrale du Grand Palais; — D, La structure du pont Alexandre III : les articulations des grands arcs d'acier; — E, le chantier du pont Alexandre III : au fond l'Esplanade des Invalides : — F, la construction de la cheminée monumentale de MM. Nicoud et Demarigny; — G, Les nouveaux guichets d'où partent les ascenseurs de la Tour Eiffel.

sitions étrangères coloniales, nous voyons la Chine, l'État indépendant du Congo, les Indes et Colonies anglaises, le Japon et Formose, le Maroc, les Pays-Bas et les Indes néerlandaises, le Portugal et ses colonies, la Sibérie russe, l'Asie centrale, et la République Sud-Africaine : ce sont toutes sortes de reconstitutions des monuments caractéristiques des diverses régions, avec leur architecture nationale, et des expositions sélectionnées de leurs productions les plus intéressantes.

Arrivés au terme de cette rapide excursion toute remplie d'enseignements techniques et de souvenirs, il ne nous reste plus qu'à dire, avec le poète Horace terminant son gai et fameux voyage à Brindes (aujourd'hui le célèbre Brindisi) :

Brundusium longæ finis chartæque viæque est !

Qu'il nous soit permis, cependant, de remercier ici M. le Commissaire général de l'Exposition Universelle de 1900 Alfred Picard, l'éminent auteur de cette grande œuvre, pour toutes les facilités de visite sur les travaux en cours qu'il a bien voulu nous accorder. Nous remercierons aussi, au même titre, l'aimable et sympathique Secrétaire-général de l'Exposition Universelle M. Henry Chardon, qui, non seulement a rendu aisée notre pérégrination technique, mais qui, de plus, pour lever toutes les consignes et abréger tous les retards, avait désigné, pour nous accompagner, son attaché spécial, M. Arnaud, qui fut la bonne grâce même d'un bout à l'autre de sa mission.

Nous avons vu dans la construction de cette superbe Exposition Universelle, qui fera l'admiration du Monde, la haute consécration et l'hommage rendu aux plus vaillants précurseurs, aux fondateurs, aux Maîtres vénérés de la Société des Ingénieurs Civils de France, Mathieu, Polonceau, Flachat, de Dion, Contamin; leurs enseignements restent, leurs conceptions s'épanouissent et elles brillent dans la Science universelle. L'Exposition de 1900, avec les merveilleux moyens d'élucidation dont elle dispose, avec la perfection de sa conception, de sa construction, et de son classement général, marquera dans l'Histoire, n'en doutons pas, comme une des dates les plus mémorables du progrès universel. Cette fois encore, cette prestigieuse apothéose se sera produite en France, à Paris, au Champ-de-Mars ! Cette fois encore, la Société des Ingénieurs civils de France lui aura apporté tout le concours de sa science, de son expérience et de son dévouement inaltérable au Progrès et à la Patrie !

VISITE DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE
AU CHAMP DE MARS
le jeudi 29 juin 1899

DESCRIPTION SOMMAIRE
DES
ASCENSEURS HYDRAULIQUES A VOYAGEURS
construits par la Compagnie de Fives-Lille
POUR LA TOUR EIFFEL

PAR

M. L. RIBOURT

Les ascenseurs dont l'exécution a été confiée à la Compagnie de Fives-Lille par la Société de la Tour Eiffel, pour fonctionner en 1900, sont destinés au service de la première et de la deuxième plates-formes de la Tour et doivent assurer un trafic de vingt mille personnes par jour tant à la montée qu'à la descente.

Ils vont être installés dans les piliers ouest et est, et le montage du premier de ces appareils est d'ailleurs commencé depuis quelque temps déjà.

Ces deux ascenseurs sont indépendants l'un de l'autre et leurs moteurs sont des presses hydrauliques alimentées par des pompes placées dans la salle des machines du pilier sud de la Tour.

Le véhicule projeté pour ces ascenseurs est composé d'un châssis de roulement portant deux cabines pouvant contenir, chacune, 50 voyageurs, en outre du poste du conducteur ; ce véhicule ne doit peser, à vide, que 8 500 *kg* et, avec les 100 voyageurs, 15 500 *kg* seulement, ce qui est une des difficultés du problème.

Un mécanisme à vis tangente produit le redressement des

cabines pendant le parcours, en raison des variations d'inclinaison de la voie, de manière à en maintenir le plancher horizontal.

La voie de roulement est appliquée sur les poutrages faisant déjà partie de l'ossature de la Tour; elle comporte, en outre des deux rails proprement dits, deux poutrelles en acier dont les ailes sont découpées en forme de crémaillères à denture allongée, destinées à servir, à l'occasion, de points d'appui aux griffes d'un puissant parachute porté par le véhicule.

Le châssis porteur est suspendu par six câbles en acier partagés en deux groupes latéraux de trois câbles qui passent sur des poulies de renvoi, dont les principales situées au deuxième étage ont 4 *m* de diamètre et sont à trois gorges indépendantes chacune.

Les câbles renvoyés jusqu'au pied de la Tour viennent se moufler sur des systèmes de poulies constituant, avec des presses hydrauliques horizontales, l'appareil moteur.

Les brins morts des câbles sont retenus par un système de palonniers hydrauliques assurant la répartition rigoureuse des charges tout en laissant à chaque câble la faculté de s'allonger isolément. Les poulies sont à triples gorges indépendantes, dans le même but.

Ces câbles en fil d'acier à haute résistance offrent une sécurité considérable; chacun d'eux correspond, en effet, à 45 *t* de rupture, c'est-à-dire qu'un seul des six câbles peut largement supporter le véhicule en pleine charge. Les poulies de mouflage ayant 3 *m* de diamètre, l'enroulement ne donne lieu, en outre, qu'à de faibles surtensions d'incurvation dans les fils élémentaires des câbles qui ont 13 dixièmes de millimètres de diamètre chacun.

Les appareils moteurs sont établis dans l'enclave des fondations du pilier, au pied du chemin de l'ascenseur et sont prolongés, en outre, à l'intérieur de deux galeries couvertes débordant sous les jardins du Champ-de-Mars.

Ils comprennent deux presses hydrauliques jumelles horizontales, dont les pistons plongeurs en acier laminé ont 400 *m* de diamètre et près de 17 *m* de course, agissant sur les trains des poulies mobiles du mouflage des câbles.

Pour produire la montée du véhicule, ces presses sont alimentées par deux accumulateurs à haute pression, contenant de l'eau à 50 *atm* environ; à la descente, elles refoulent le liquide

dans un accumulateur à basse pression, à 20 *atm* environ, récupérant ainsi l'énergie correspondante à la manœuvre du poids mort du véhicule.

Ces accumulateurs sont de dimensions considérables et les plus importants qui aient été construits jusqu'ici. Chacun d'eux représente une accumulation d'énergie de **un million** de kilogrammètres environ.

Les appareils de distribution des presses motrices sont séparés en deux groupes, dont un pour les manœuvres à la montée et l'autre pour celles de la descente, afin de présenter une entière indépendance de leurs fonctions avec la plus grande somme de sécurité. Des tringles en acier établies le long des voies de roulement commandent ces appareils au moyen de servo-moteurs, de telle sorte que la mise en marche étant déterminée à la main, par le conducteur posté sur le véhicule, les arrêts aux stations sont automatiques.

Des dispositions complémentaires donnent encore au conducteur le moyen de s'arrêter et de se remettre en marche en cours de route.

Pour satisfaire au programme imposé par la Société de la Tour, le véhicule doit effectuer le parcours aller et retour du sol au deuxième étage, soit deux fois 130 *m* de trajet en deux minutes seulement, en comptant en outre une minute d'arrêt à chaque station pour l'embarquement et le débarquement simultanés des voyageurs, cela fait six minutes par voyage, soit dix voyages à l'heure, correspondant bien, pour chaque ascenseur, à 10 000 personnes transportées par journée de dix heures.

La puissance développée à la montée du véhicule par les accumulateurs à haute pression, qui doivent débiter 4 000 *l* d'eau à 50 *atm* en une minute, est de 500 *ch* environ.

La récupération à la descente sous la pression de 20 *atm* correspond d'autre part à 200 *ch* environ.

Il suit de là, par différence, une puissance de 300 *ch* dépensée par le véhicule pendant sa marche effective; mais comme cette énergie est répartie sur une durée qui représente six fois le temps utile, ce ne sont plus seulement que 50 *ch* qui restent à développer par les pompes d'alimentation en travail de compression hydraulique.

En majorant ce chiffre des coefficients ordinaires de rendement des moteurs à vapeur qui actionnent les pompes, on voit que le fonctionnement des deux ascenseurs sera facilement

assuré par un moteur de **150** *ch* seulement, pour **20 000** personnes montées et descendues par jour à la deuxième plate-forme de la Tour.

Ce résultat, très économique pour l'exploitation, diffère notablement des chiffres relatifs aux installations des anciens ascenseurs, et l'avantage doit en être attribué à l'emploi des accumulateurs hydrauliques à haute pression et à grande capacité, ainsi qu'à l'usage des poulies de mouflage à très grands diamètres.

Pour compléter ces renseignements généraux, on peut ajouter que le parachute du véhicule est constitué par des freins hydrauliques analogues à ceux employés dans le matériel d'artillerie pour le recul des canons sur leurs affûts.

Quatre pistons de freins jumelés deux à deux sont disposés dans les longerons du châssis porteur des cabines; ils sont solidaires de griffes articulées s'abattant instantanément sur les crémaillères de la voie, dans les cas de perturbations dans le jeu de la suspension, ou en présence d'une accélération exagérée de vitesse à la descente; le véhicule devant ainsi s'arrêter de lui-même et sans choc après les **2,500** *m* de course des freins de sûreté dont l'action retardatrice est progressive.

Un dispositif spécial permet ensuite de descendre en toute sécurité au moyen de ces mêmes freins agissant alors comme des vérins hydrauliques par l'intermédiaire de leurs pistons accrochés à la voie, par des bonds successifs de **2,500** *m* jusqu'à la station la plus voisine, sans plus rien emprunter à la suspension des câbles.

Enfin, les presses motrices et leurs appareils de distribution sont pourvus de moyens de sécurité tels, qu'une irrégularité quelconque dans leur fonctionnement ou dans la répartition des charges sur les câbles de suspension détermine aussitôt l'arrêt automatique et complet de toute l'installation.

L'élaboration de cet important projet, qui n'a pas demandé moins de dix-huit mois d'études, est due aux Ingénieurs de la Compagnie de Fives-Lille; l'exécution des appareils, dont quelques-uns sont de dimensions colossales et ont présenté de grandes difficultés matérielles dans leur réalisation, est l'œuvre des Ateliers de cette Société; le montage sur place, très périlleux pour une grande part, est opéré par le personnel spécial de la Société d'exploitation de la Tour sous la conduite de son Ingénieur.

Il faut attendre, maintenant, l'achèvement de ce travail pour parler plus en détails des dispositions mécaniques très spéciales qu'il doit comporter et dont, jusqu'ici, la marche des choses fait présumer l'heureuse réussite, qui doit assurer à la foule du public un moyen agréable et rapide de franchir, à partir de l'année prochaine, la hauteur de 110 *m* qui sépare le Champ-de-Mars de la deuxième plate-forme de la Tour où des attractions nouvelles de toutes sortes lui seront préparées

---

NOTE

SUR LE

PONT ALEXANDRE III

PAR

M. Lucien PÉRISSÉ

A l'occasion de la visite des travaux de l'Exposition qui a eu lieu le 29 juin, les Membres de la Société ont visité les travaux de montage du Pont Alexandre III dont la mise en place des arcs est complètement achevée.

M. Alby, Ingénieur des Ponts et Chaussées, a exposé devant la Société, lors des fêtes de son Cinquantenaire comment avait été conçu le projet du Pont Alexandre III et comment avaient été étudiées et exécutées les culées de rive. Nous n'y reviendrons donc pas ici en détail (1).

Sous le titre modeste de « Notes sur la construction du Pont Alexandre III », MM. Resal et Alby, les éminents Ingénieurs des Ponts et Chaussées qui en ont dirigé les travaux, ont publié dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (2) tous les renseignements relatifs à cette importante construction. Nous y avons puisé les chiffres de la présente étude.

I. — Principales données du pont.

Portée entre le nu des murs de quai ancien.	155 *m*
Portée entre le nu des culées	109 *m*
Portées entre les articulations de naissance	107,50 *m*
Largeur du pont : chaussée	20 *m*
— totale.	40 *m*
Rampe du tablier des naissances à la clef. Par mètre.	0,02 *m*
Flèche maxima.	6,28 *m*

(1) Voir numéro du *Bulletin* de juin 1898.

(2) 1898, premier, deuxième, troisième et quatrième trimestres; 1899, premier trimestre.

Surbaissement (1) entre articulations	1/17,12
— courbe d'intrados	1/16,98
Largeur de la passe libre en hautes eaux	62,30 *m*
Hauteur libre correspondante.	4 *m*

On sait que l'ouvrage est du type en arc à trois articulations; son axe coupe l'axe du fleuve sous un angle de 83°38'. L'arche unique est reliée aux quais par des viaducs en métal reposant sur des culées complexes en maçonnerie ; celles-ci sont disposées notamment pour laisser une tranchée couverte destinée au passage des voies publiques pendant l'Exposition.

II. — **Culées en maçonnerie.**

Nous nous contenterons de rappeler les principaux chiffres :

Poids des maçonneries d'une culée *ramené à 1 m de largeur :*

Caisson, fer et béton.	275 *t*
Maçonnerie ordinaire	394
— de pierre de taille (granit)	21
Lest dans les évidements.	60
Viaduc maçonnerie	25
— tablier métallique	27
Tranchée couverte.	39
	841 *t*

Perte de poids en eaux ordinaires :	251 *t*;	différences :	600 *t*.
— hautes eaux :	335 *t*;	—	516 *t*.
Poussée maxima du pont *ramené à 1 m de largeur* . . .			288 *t*.
Poids du tablier	—	— . . .	49,5
— de la surcharge	—	— . . .	19,5

(1) Les ponts en arc antérieurs ont tous un surbaissement supérieur à celui du Pont Alexandre III, par exemple :

Le pont Morland, à Lyon, de 67,40 *m* d'ouverture.	1/15,2
Le pont du Midi, à Lyon, de 68 *m* d'ouverture	1/12,4
Le pont Boïeldieu, à Rouen, de 40 *m* d'ouverture.	1/16
Le pont Mirabeau, à Paris, de 99,34 *m* d'ouverture	1/16,1

	Avec surcharge.	Sans surcharge.
	—	—
Pression maxima sur les coussinets . .	48,56 *kg*	34,13 *kg*
— les libages. . . .	16,41	14,12
— le massif central.	8,16	7,66
— les fondations . .	3,08	2,74

La culée proprement dite a une longueur de 44 *m* sur une largeur de 33,50 *m*. Quatre pylônes en maçonnerie destinés à un effet décoratif sont disposés deux à chaque extrémité du pont (1), leur hauteur totale au-dessus de la chaussée est de 22,35 *m*. L'évaluation de leur poids donne une charge de 1 600 à 1 700 *t*.

Les pieux de fondation supportent (en supposant la charge entièrement supportée par les pieux) une charge moyenne de 29 *t*, ce qui correspond à un travail moyen de 32 *kg* par centimètre carré de bois.

Les culées ont été fondées à l'air comprimé au moyen de caissons métalliques au sujet desquels nous ne dirons qu'un mot.

La surface d'un caisson est de 1 474 m^2. Son poids total se décompose ainsi qu'il suit :

Partie métallique. . . . . 330 *t*

La charge totale sur le plafond est de 560 *t*, soit 380 *kg* par mètre carré. La charge par mètre courant de muraille a été de 720 *kg*.

Nous n'entrerons pas dans les détails de construction et d'enfoncement des caissons, ces renseignements ayant été donnés à la Société des Ingénieurs Civils l'année dernière par M. Alby lui-même (2). Nous insisterons, au contraire, plus particulièrement sur la constitution et le montage de la partie métallique.

III. — Pont roulant de montage.

Lorsque les travaux de maçonnerie des culées ont été achevés, on a procédé à la mise en place d'un grand pont roulant de montage établi de manière que la navigation ne se trouve gênée que le moins possible.

Ce pont roulant, destiné au transport et au montage des pièces métalliques du pont, soutient également la passerelle de service dans sa partie médiane de 50 *m* de portée ; de chaque

(1) Voir le dessin de la page 967.
(2) Bulletin de septembre 1898, page 28.

côté la passerelle repose sur des pieux battus en rivière et convenablement réunis.

Le pont roulant repose sur deux voies de roulement établies sur les culées elles-mêmes; il a été prévu d'une largeur suffisante pour assurer le montage simultané de deux arcs consécutifs.

En outre, en réservant à la navigation une passe centrale de 50 *m* de largeur, on a battu en arrière deux palées sur lesquelles repose le pont roulant, lorsqu'il est au repos.

On a ainsi :

Portée totale entre les chevalets de roulement . . .	120 *m*
Portée centrale au repos.	53 *m*
Poids mort par mètre courant de pont.	1 860 *kg*
— du plancher suspendu	720 *kg*
— des arcs et des accessoires	2 700 *kg*

Le pont roulant (partie métallique) se compose de deux poutres droites double T, à treillis double maille, de 7,50 *m* de hauteur et écartés de 5,71 *m* d'axe en axe, les doubles mailles ayant 0,861 *m* de largeur totale laissent entre elles un espace libre de 3,98 *m*. Les treillis sont formés de cornières doubles; les montants verticaux, espacés de 3,62 *m*, sont reliés vers leur milieu par une poutre-entretoise horizontale, à treillis, de 1 *m* de hauteur, qui porte en encorbellement inférieur les voies de roulement des chariots transporteurs des pièces; au-dessus de l'entretoise sont disposés des contreventements horizontaux et obliques, disposés à la façon ordinaire. Comme il était nécessaire de laisser au-dessous de l'entretoise médiane un espace libre pour la circulation des pièces à transporter, le contreventement est constitué uniquement par la poutre entretoise médiane.

Le pont roulant repose à chacune de ses extrémités sur un chevalet métallique de 5,85 *m* de hauteur, roulant sur une voie de 4 *m* d'écartement, son empattement dans le sens de la largeur du pont est d'environ 13 *m*; il est supporté par 10 galets de roulement écartés les uns des autres de 2,875 *m*.

Le pont roulant s'appuie, comme nous l'avons vu, sur deux palées intermédiaires; les appareils d'appui sont constitués par des poutres à âme triple portées par un chevalet reposant lui-même sur les files de pieux battus en rivière ; ces chevalets sont démontés après la mise en place de chaque groupe d'arcs et remontés pour le déplacement consécutif.

La passerelle de service, mobile avec le pont, correspond à la

passe centrale de la navigation de 50 *m* d'ouverture, elle est suspendue aux deux poutres principales et à la poutre centrale, elle reçoit deux arcs en montage espacés de 2,857 *m* d'axe en axe. Ce plancher suspendu est constitué par des poutrelles en fer doubles qui supportent des longerons I placés au-dessous des arcs en montage, un platelage en chevron avec demi-madriers jointifs forment le plancher proprement dit.

La suspension est faite par six tringles verticales et deux obliques correspondant à chaque poutrelle double, elles sont prévues pour permettre le ripage du pont roulant après le montage de deux arcs consécutifs; on peut successivement les démonter pour le passage des arcs entre le pont roulant et la passerelle inférieure qui avait servi au montage; à cet effet elles sont filetées pour faire passer à volonté la charge sur les voisines lors du démontage momentané d'une rangée de tringles, la charge ne dépassant pas 300 *kg* par tringle.

Des chariots mobiles roulent sur les chemins de transport, ils sont actionnés par des chaines sans fin mises en mouvement au moyen de deux treuils à vapeur disposés sur les chevalets de rive.

Les poids du pont roulant sont les suivants :

	Par m. cour^t de pont.	Totaux.
Pont roulant proprement dit	1 860 *kg*	238,5 *t*
Chevalets de rives.		47
Treuils à vapeur et divers.		39,5
Passerelle suspendue en bois et métal. .	720	10
Total de la partie mobile . .		335 *t*
Pylônes en rivière		58 *t*

Le métal du pont roulant étant de l'acier résistant à 42 *kg* par millimètre carré à la rupture, avec 22 0/0 d'allongement, les calculs ont montré que le travail du métal ne dépassait pas 12 *kg* par millimètre carré sous l'effet des charges verticales et 13 *kg* sous la pression du vent supposée de 120 *kg* par millimètre carré. Le métal des boulons et rivets ne travaille pas à plus de 8,5 *kg*.

Les poutres principales du pont roulant ont été calculées pour supporter le poids propre du pont, le plancher suspendu et le poids des voussoirs des deux arcs en montage. Le calcul a été fait dans les deux cas signalés plus haut où le pont roulant est libre et d'une portée de 120 *m* et où il repose sur les pylônes en rivière.

Dans le premier cas, le poids mort est de 930 *kg* par mètre courant et 360 *kg* de surcharge (passerelle) dans la poutre centrale. Le moment de flexion au milieu du pont atteint, dans ce cas, 2119 995 *kgm*.

Dans le deuxième cas, le poids mort est le même dans les travées de rive et le poids s'élève à 2640 *kg* dans la travée centrale de 53 *m* d'ouverture; on s'est attaché, dans ce deuxième cas, à faire supporter aux pylônes de rivière la charge la plus faible possible et à obtenir que le moment de flexion au milieu du pont soit environ les quatre cinquièmes du moment dans le premier cas, c'est ainsi que le moment de flexion sur les pylônes est de 750 000 *kgm* et que le moment, au milieu du pont, est de 1 676 970 *kgm*.

On trouvera dans les notes annexes n° IV à n° VIII, des Annales des Ponts et Chaussées, tous les détails des calculs du pont roulant, les calculs de résistance des chevalets de roulement et des pylônes intermédiaires, ainsi que les calculs de stabilité pendant le lancement avec tableaux des plus complets et des plus intéressants.

Nous n'avons donc plus qu'à dire un mot de la mise en place du pont roulant.

Le pont roulant a été monté sur la rive droite de la Seine au-dessus d'une plate-forme spéciale en bois nécessitée par le peu de recul dont on disposait, du reste pour les mêmes raisons, le lancement a dû s'opérer en trois fractionnements. Le montage de la première moitié de l'ouvrage étant achevé sur place, son lancement a été fait le 20 août 1898. A ce moment, l'extrémité du pont muni de son avant-bec était en porte à faux au-dessus du pylône de la rive droite.

Le montage des pièces s'effectuant à l'arrière dans l'espace laissé libre, la deuxième partie du lancement a été opérée le 8 septembre. A cette date, l'extrémité de la poutre reposait sur le pylône de la rive gauche.

Le montage s'achevait alors à l'arrière et, le 30 septembre, on procédait à la troisième partie du lancement qui avait pour effet d'amener le pont roulant à sa position définitive.

Ces trois opérations n'ont duré chacune qu'une demie-journée pendant laquelle la circulation des bateaux omnibus n'a pas été interrompue, celle des bateaux de commerce ne l'ayant été que le 8 septembre, de 5 à 7 heures du matin.

L'avancement du pont au lancement était obtenu au moyen de deux treuils agissant sur deux palans fixés à la palée de la rive droite, le pont s'avançait sur des appareils à deux ou quatre galets à balancier; une palée flottante était mouillée dans la passe centrale pour parer à toute éventualité.

Il nous reste à dire un mot de l'emploi du pont roulant de montage. Nous avons vu qu'au moment du transport des pièces métalliques des arcs, le pont roulant reposait sur les deux pylônes intermédiaires, son rôle était alors de supporter la passerelle de montage et de servir de chemin de roulement aux chariots transporteurs.

Après le montage de deux arcs consécutifs, le pont était déplacé de la largeur correspondante; pour cela il était soulevé au moyen de vérins hydrauliques qui permettaient de le décaler sur les pylônes; on agissait ensuite sur les chevalets extrêmes par des treuils ou des vérins de façon à provoquer l'avancement par translations successives de 0,20 *m*; dans l'intervalle de deux translations, on démontait et remontait les tringles de suspension de la passerelle au passage des arcs. Après la translation du pont, on procédait à la translation des pylônes et à celle des cintres des rives par simple ripage; l'opération totale durait deux journées complètes.

La construction, le montage et la mise en place du pont roulant de montage ont été faits par les usines du Creusot.

IV. — Arcs métalliques.

Les travaux métalliques du pont proprement dit comprennent quinze arcs d'une seule travée en acier coulé, lesquels supportent le tablier proprement dit au moyen d'une sorte de viaduc en métal laminé et rivé qui se prolonge au-dessus de bas-ports.

La constitution des arcs qui sont la partie résistante du pont est des plus intéressantes à étudier, nous allons donc donner sur ceux-ci quelques détails.

Description. — La forme des arcs est essentiellement rationnelle, c'est-à-dire qu'elle dérive de la courbe des pressions à supporter et des valeurs des moments de flexion en chaque point, les arcs présentent donc un renflement justement aux points où les moments de flexion sont maxima. D'autre part on a dû tenir

compte de la nécessité de ne pas dépasser certaines hauteurs en vue de la perspective et on a ainsi réduit le plus possible la hauteur à la clé.

Les 15 arcs sont dénommés de l'amont à l'aval par les lettres A à O. Les arcs A et O sont dits *arcs de rive*, ils ont une forme spéciale dissymétrique en vue de la décoration ; les arcs intermédiaires B à N sont semblables entre eux ; ils ont la forme I qui est avantageuse pour la résistance et ne complique pas outre mesure le travail de la fonderie ; l'épaisseur de l'âme est de 50 *mm*, les semelles ont de 52 à 60 *mm* d'épaisseur. L'écartement entre deux arcs consécutifs est de 2,857 *m*.

Tous les arcs dans le sens de la portée sont divisés en voussoirs au moyen de 30 sections de 3,62 *m* de largeur, soit 15 de chaque côté de l'articulation de la clé, sans compter les voussoirs spéciaux des articulations. Chaque section a la même largeur de semelle : 0,60 *m*.

Les hauteurs des sections sont les suivantes :

Sections	1. . .	1,03 *m*	Sections	9. . .	1,49 *m*
—	2. . .	1,17	—	10. . .	1,44
—	3. . .	1,29	—	11. . .	1,37
—	4. . .	1,38	—	12. . .	1,27
—	5. . .	1,46	—	13. . .	1,12
—	6. . .	1,50	—	14. . .	0,99
—	7. . .	1,53	—	15. . .	0,89
—	8. . .	1,52	—	Clef . .	0,85

Le poids moyen d'un arc est de 1 290 *kg* par mètre courant.

Chaque voussoir, convenablement nervé en raison de la résistance qu'il est appelé à supporter, est terminé par un joint rectangulaire avec portées rabotées et ajustées, l'assemblage à brides par 12 boulons de 35 *mm* de diamètre a été spécialement calculé pour déterminer les surfaces de contact.

Les arcs sont placés les uns à côté des autres sans contreventement intermédiaire d'un arc à l'arc voisin. Les voussoirs des naissances, ceux de la clé et les sommiers de la culée présentent des formes spéciales polygonales, les articulations ont 800 *mm* de largeur.

Calculs des arcs. — Les calculs des arcs ont été établis sur les bases suivantes :

Sous chaussée :

Poids de pavage en bois	le mètre carré.	114 *kg*
Intermédiaire élastique	—	115
Platelage en tôle de 0,01 *m* d'épaisseur renforcé.	—	100
Tablier métallique	—	330
Surcharge d'épreuve réglementaire	—	400

Sous trottoir :

Asphalte et béton	—	175
Platelage en tôle.	—	108
Tablier métallique	—	283

La charge permanente se décompose *pour un 1/2 arc* en :

Poids mort	66 870 *kg*
Charpente métallique.	33 710
Tablier proprement dit	50 400
TOTAL. . . .	150 980 *kg*

On a calculé d'abord le travail sous l'effet de la charge permanente, puis on l'a calculé dans le cas d'une surcharge de 400 *kg* par mètre carré placé de façon la plus défavorable ; enfin, on a procédé aux calculs relatifs aux déformations de l'arc par la méthode dite des lignes d'influence dans le détail desquelles nous n'entrerons pas ici ; notons toutefois que ces calculs ont été établis pour tenir compte du passage sur le pont du plus lourd rouleau compresseur de la Ville de Paris dont le poids total est de 31 tonnes.

Le tracé de l'arc et ses dimensions ont été réalisés pour que le travail ne dépasse pas 10 *kg* par millimètre carré sous l'effet des surcharges les plus défavorables ; en fait, le travail ne dépasse pas 6,52 *kg* sous l'action de la charge permanente, 9,28 *kg* sous l'action de la surcharge, avec maximum de 9,59 *kg* dans la section la plus fatiguée ; l'effort le plus grand exercé dans les membrures inférieures de la section 6 atteint 10,29 *kg* et le minimum dans cette section descend à 1,17 *kg*.

Les graphiques et les tableaux publiés dans les annales des Ponts et Chaussées montrent très nettement ces variations de travail dans chacun des quatre hypothèses de charge par poids mort réglementaire avec indication des maxima et des minima dans chaque membrure. D'autres tableaux résument les calculs des poussées, ceux des moments fléchissants tant pour les arcs courants que par les arcs de rive.

Enfin on s'est assuré par le calcul que la température avait un effet sensiblement négligeable, que la résistance au flambement des arcs était assurée, et que les efforts dus au vent ne dépassent pas la limite admise par les règlements.

Nature du métal. — Nous avons vu que les arcs métalliques étaient en acier moulé. L'adoption de ce métal a été décidée à la suite des résultats satisfaisants obtenus avec lui par la marine et l'industrie malgré son prix élevé. On s'est donc attaché à réaliser un emploi aussi économique de métal que possible par les diposi-tions d'ensemble et de détail.

Le métal des arcs du Pont Alexandre III devait donner après recuit les conditions de recettes suivantes :

Résistance à la rupture.	42 à 45 *kg* par millimètre carré.
Limite d'élasticité. . .	22 à 24 —
Allongement	10 à 12 0/0.

La fragilité de l'acier devait être éprouvée par le choc d'un mouton de 18 *kg* tombant d'une hauteur atteignant 1,50 *m* sur des barreaux carrés de 30 *mm* de côté sur 20 *cm* de longueur.

Le métal des boulons et écrous devait donner :

Résistance à la rupture. . .	38 *kg* par millimètre carré.
Allongement	28 0/0.

Quant aux rotules elles ont été prévues en acier forgé trempé à l'huile et recuit, ayant les qualités suivantes :

Résistance à la rupture, .	60 *kg* par millimètre carré
Limite d'élasticité	40 —
Allongement	18 0/0.

Les essais au choc sur des barreaux analogues aux premiers étaient de 15 coups de marteau tombant de 2,75 *m* de hauteur.

Travail aux usines de fonderie. — La fabrication des arcs en acier moulé a été répartie entre les grandes aciéries de France :

Les forges de Châtillon et Commentry (Usines Saint-Jacques et de la Ville-Gozet) ont fabriqué les 2 arcs de rive et 2 arcs intermédiaires;

Les Forges et Aciéries de Saint-Chamond, 4 arcs;

Les Usines du Creusot, 3 arcs;

Les Forges et Aciéries de Saint-Étienne (Usine du Marais), 2 arcs;

Les Forges et Aciéries de Firminy, 2 arcs.

Il a été établi dans chaque usine une épure grandeur d'exécution d'un 1/2 arc, dite *épure de recette* exécutée au moyen de double-mètres étalons, fournis par les ateliers du Petit Creusot chargés des opérations du montage. Ces épures ont servi au traçage des modèles et à la juxtaposition sur les marbres des voussoirs, après fabrication, elles étaient vérifiées par des agents de l'Administration. Grâce à ces précautions aucune fausse manœuvre n'a eu lieu et aucun retard n'en est par suite résulté dans le montage du pont.

Le moulage des grosses pièces en acier présentait des difficultés exceptionnelles, tant au point de vue de la constitution du moule que des effets physiques qui se produisent sur le métal lors de la coulée. Il a donc été absolument nécessaire de prendre des précautions spéciales dans les opérations de fonderie.

Les modèles en bois ont été fabriqués en tenant compte d'un retrait de 18 *mm* par mètre et d'une légère déformation possible des semelles lors du retrait.

Le moulage s'effectuait dans des moules en trois parties, qui séjournaient 36 heures à l'étuve à 300°.

L'acier fabriqué dans chaque usine est le suivant :

USINES	MODES DE FABRICATION	COMPOSITION CHIMIQUE 0/0		
		Carbone	Silicium	Manganèse
Châtillon et Commentry . .	Four Martin, acide et basique.	0,45	0,35	0,50
Saint-Chamond.	— basique	0,27	0,18	0,65
Le Creusot.	— basique	0,46	0,33	0,59
Saint-Étienne	— basique	0,31	0,26	0,86
Firminy.	— acide	0,34	0,45	0,89

Quant à la coulée, elle se faisait dans des conditions diverses pour chaque usine :

A l'usine Saint-Jacques et à celle de Saint-Étienne, les moules étaient inclinés à 10 0/0 dans la première, avec 2 masselottes à la partie supérieure représentant environ 30 0/0 du poids de la pièce, dans la deuxième avec masselotte unique de 1 200 *kg*; au Creusot, inclinaison 17 0/0 avec 8 masselottes de 35 0/0 de la pièce; à Firminy 43 0/0, à Saint-Chamond 173 0/0 (angle de 60°) avec masselottes uniques pesant 1 000 à 1 200 *kg*.

Après la coulée les procédés employés par chaque usine étaient également différents et constituent les tours de mains particuliers destinés à prévenir la formation de tapures et retassures. Le recuit se faisait également dans des conditions un peu différentes pour chaque usine.

Usine Saint-Jacques .	température maximum	1 000°	durée totale	118 heures
Saint-Chamond . . .	—	1 050°	—	56 —
Saint-Étienne	—	1 100°	—	72 à 80 —
Firminy	—	900°	—	80 à 85 —
Creusot.	—	1 000°	—	28 —

Après le recuit on procédait au décapage au marteau, puis à l'ébarbage des pièces sortant du moule, au burinage des nervures qui ne devaient pas subsister; on prélevait également à ce moment les échantillons en vue des essais. Les pièces étaient également rectifiées c'est-à-dire passées au gabarit, lorsque c'était nécessaire.

Les voussoirs étaient alors transportés à l'usine d'ajustage. Dans l'une des usines, les opérations suivantes étaient successivement pratiquées :

Le traçage définitif était fait sur l'épure de recette avec un gabarit spécial qui servait à tracer les lignes de joints.

Le rabotage était pratiqué, puis avait lieu une vérification sur le marbre avec limage et ajustage des pièces au rouge.

On perçait ensuite les trous, mais d'un diamètre plus petit que le diamètre définitif pour permettre les rectifications par un alésage après assemblage.

On procédait ensuite au montage provisoire sur le marbre, à l'alésage, à l'affleurage, puis à la vérification générale sur l'épure de recette pour les agents de contrôle. Les pièces étaient alors peintes, marquées et numérotées et les joints étaient enduits de céruse; enfin elles étaient expédiées à Paris.

La durée des opérations aux usines (sans compter le modelage) a été évaluée de la façon suivante :

1° *Fonderie :*

Moulage et étuvage	11	journées.
Coulée et refroidissement. . .	4	—
Démoulage et nettoyage . . .	2	—
Recuit	6	—
Finissage	8	—
Essais de recettes	4	—
Total	35	journées

2° *Usinage :*

Nettoyage, traçage, etc. . . .	1	journée.
Rabotage des joints	2	—
Ajustage et retouche.	3	—
Rabotage des portées.	2	—
Forage des trous	2	—
Assemblage provisoire	1	—
Finissage	5	—
Recette.	1	—
Peinture et expédition	1	—
Total	18	journées.

Soit en tout 53 journées.

Essais de réception. — Nous avons vu plus haut quelle devait être, selon le cahier des charges, la nature du métal employé; nous avons également indiqué la composition chimique des divers aciers obtenus dans les différentes usines; il nous reste à dire un mot des essais de réception et de leurs résultats. Ceux-ci ont été relevés pour chaque demi-arc, et l'on trouve le détail de ces essais dans le travail de MM. Resal et Alby.

Les essais étaient pratiqués à l'usine sur trois éprouvettes tournées pour les essais à la traction, et sur trois barreaux carrés pour les essais au choc, et ceci pour chaque voussoir. Nous résumons ci-dessous les essais moyens de chacune des usines :

	ESSAIS A LA TRACTION		
	RUPTURE	LIMITE D'ÉLASTICITÉ	ALLONGEMENT 0/0
	kg	kg	
Châtillon et Commentry	54,9	28,5	16,4
Saint-Chamond	50,1	27,4	19,4
Le Creusot	67,1	36,7	15,8
Saint-Étienne	52,4	28,6	17,9
Firminy	55,6	34,1	17

Un autre groupe d'essais a été pratiqué au Laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, il a donné les résultats moyens suivants :

	NOMBRE D'ESSAIS	DENSITÉ	RUPTURE	LIMITE D'ÉLASTICITÉ	ALLONGEMENT 0/0
			kg	kg	
Châtillon et Commentry.	5	7,768	53,4	25,2	16,8
Saint-Chamond.	5	7,782	48,1	23,1	20,4
Le Creusot	5	7,774	65,7	36,2	16,2
Saint-Étienne.	3	7,798	50,3	26,1	19,7
Firminy	3	7,780	57,2	32,5	12,9

L'influence du recuit a été démontrée d'une façon intéressante à l'usine de Firminy; celle-ci, pour éviter le refroidissement rapide, a construit, entre la fabrication de ses deux arcs, un four spécial; le métal restant le même, ainsi que les procédés de fabrication, mais le recuit était meilleur pour le deuxième arc. Les résultats comparatifs des essais ont été les suivants :

	Anciens fours.	Nouveaux fours.
	—	—
Résistance à la rupture . . .	57,5	54,7
Limite d'élasticité	35,5	32,8
Allongement 0/0.	15,8	18,3

Cette influence résulte également de la comparaison des aciers des usines Saint-Jacques et du Creusot où la composition chimique du métal est très analogue, mais pour les produits desquels les essais ont révélé de grandes différences, ainsi qu'on peut s'en convaincre par la comparaison des tableaux ci-dessus.

Le métal des rotules a donné les résultats comparatifs moyens ci-dessous :

	RÉSISTANCE		LIMITE D'ÉLASTICITÉ		ALLONGEMENT %		DENSITÉ
	à l'usine	à Paris	à l'usine	à Paris	à l'usine	à Paris	
	kg	kg	kg	kg			
Châtillon et Commentry. .	70,5	72,5	47,9	37,5	17,5	18,5	—
Saint-Chamond.	62,4	63,7	43,6	43,8	23,8	19,7	7,843
Le Creusot.	75 à 65	73,5	44,3	45,9	20,2	20,5	7,840
Saint-Étienne	65,3	—	42	—	21,3	—	—
Firminy.	65,5	64,9	40,1	43,9	21,7	18,2	7,808

Signalons enfin que les ciments destinés au coulis entre la culée et les sabots de retombée ont été essayés au Laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées afin de se rendre compte au bout de quel délai on pouvait sans danger décintrer. La résistance à l'écrasement rapportée au centimètre carré de surface portante a varié de 38,8 *kg* à 46,5 *kg* au bout de 4 jours; le résultat le plus faible, 28,1 *kg*, dépasse notablement la charge maxima prévue de 16 *kg* par centimètre carré qui correspond au décintrement de l'arc.

Montage des arcs. — A leur arrivée sur le chantier, les voussoirs d'arc étaient approvisionnés en parc en groupant tous les voussoirs d'un groupe de deux arcs.

Au moment de l'emploi, les grues à vapeur qui avaient servi au déchargement reprenaient les voussoirs et les plaçaient sur les wagonets qui les portaient sous le pont roulant.

Sur chaque chemin de roulement de celui-ci, espacés de l'intervalle entre deux arcs en acier, étaient disposés des chariots recevant, comme nous l'avons expliqué, leur mouvement de treuils à vapeur. Ces quatre chariots roulants portaient le voussoir au moyen d'un palonnier en fer disposé pour donner à la pièce suspendue une inclinaison quelconque.

On commençait par amener les voussoirs à pied d'œuvre c'est-à-dire sur la passerelle de service, puis on procédait à la mise en place définitive immédiatement suivie du boulonnage.

La première opération, et l'une des plus délicates, était la mise en place du sabot de retombée : au moyen d'une équerre spéciale, le chef monteur fixait la direction de la ligne de base et la pièce était amenée par tâtonnements sucessifs à sa position exacte.

Le sabot de retombée d'un arc étant en place, on plaçait la

rotule, le voussoir spécial, puis les voussoirs courants; on commençait par nettoyer les surfaces ajustées, puis on enduisait le métal de graisse, les parties de la face du joint en dehors des surfaces ajustées étant soigneusement repeintes.

Le voussoir étant saisi par le palonnier, un homme monté sur la semelle supérieure agissait sur les pièces filetées et donnait au voussoir son inclinaison exacte, le monteur faisait alors approcher les deux surfaces du joint, et on descendait le voussoir guidé à la main le long du voussoir précédemment monté. Lorsque les trous arrivaient en face les uns des autres, on fixait la position par des broches, puis après avoir placé les douze boulons, on calait le voussoir sur des chantiers de bois, et ainsi de suite.

Tous les voussoirs étant en place, on procédait au réglage définitif, puis on scellait les sabots de retombée en faisant couler jusqu'à refus entre eux et la culée de granit un coulis de ciment préparé avec le plus grand soin; on laissait en l'état 48 heures pour la prise du ciment.

Il ne reste plus qu'à régler la rotule de la clef; pour cela on relève les dimensions utiles pour déterminer l'épaisseur de calage, en tenant compte de la température. L'épaisseur de calage était donnée immédiatement par la formule :

$$E = e - \left(\frac{\Delta h}{0{,}00535} - \Delta t\right) 0{,}00065 \times 2,$$

les calculs de déformation ayant montré que pour une élévation de température de 1° sur un demi-arc d'allonge de 0,00065 *m* la clef s'élève de 0,00535 *m*.

On procèdait alors au calage de la clef au moyen de cales rabotées préparées d'avance.

On mettait alors en place, entre les arcs, des étrésillons provisoires en bois, avec tirants horizontaux en fer tous les 3,625 *m*, puis on disposait sous les deux arcs à décintrer quarante-huit vérins dynamométriques étudiés spécialement pour cet usage par les ateliers du Creusot. La partie élastique est constituée par une file de rondelles Belleville, et la graduation est faite de 2 en 2 *t* jusqu'à 16 *t*, la course utile était de 10 *cm*.

On reportait alors les charges des arcs sur les vérins, charge comprise entre 5 et 8 *t* selon la place de ceux-ci; il suffisait alors de retirer les calages en bois, puis on desserrait graduellement tous les vérins de quantité déterminés au commandement.

Durée du montage d'un groupe de deux arcs:

Déplacement des chevalets d'appui	7 jours
Déplacement des cintres	2 —
Bardage des voussoirs et pose des sommiers	2 —
Assemblage des voussoirs.	2 —
Réglage des arcs.	2 —
Scellement des sommiers, pose des contreventements.	4 —
Décintrement	1 —
Total. . . .	20 jours

En fait les dates de décintrement ont été les suivantes, faisant remarquer que quelques arrêts ont été produits par les retards de l'usinage des pièces en acier laminé du tablier proprement dit.

1er groupe	3 décembre	1898.
2e —	16 décembre	—
3e —	10 février	1899.
4e —	3 mars	—
5e —	25 mars	—
6e —	29 avril	—
7e —	19 mai	—
8e —	9 Juin	—

Montage du tablier métallique. — Nous avons vu qu'au-dessus des arcs en acier moulé le tablier était constitué par des montants, des entretoises et des longerons avec platelage en tôle, le tout en acier laminé et rivé.

On profitait, après le décintrement, du temps employé à la préparation du transport du pont roulant et au déplacement des pylônes pour monter les pièces les plus lourdes du tablier.

Dans la partie médiane du pont, le platelage en tôle repose directement sur l'extrados des arcs en acier moulé; vers les retombées, il est supporté par des poteaux en métal assemblé de section carrée avec longerons supérieurs et contreventements. Ces longerons ont 0,50 *m* de hauteur d'âme avec plates-bandes de 0,350 *m* de large.

Les longerons supportent des pièces de pont de 0,300 *m* de hauteur qui s'assemblent vers la clef avec les arcs eux-mêmes.

Enfin, le platelage est constitué sous la chaussée par des plaques d'acier de 10 *mm* d'épaisseur et sous les trottoirs par des fers zorès écartés de 0,52 *m* d'axe en axe.

Fig. 1.

C'est le travail de platelage que les Membres de la Société des Ingénieurs Civils ont vu exécuter lors de la visite sur place du 29 juin *(fig. 1)*.

A cette époque, il ne restait plus qu'à achever ce travail, puis celui des travées au-dessus des bas-ports et des tranchées couvertes de la voie publique pour compléter la construction métallique du pont Alexandre III.

Cette œuvre grandiose fait le plus grand honneur à MM. Resal et Alby qui l'ont menée à bien depuis le début sans que le travail ait eu à souffrir d'un seul à-coup. Elle montre aussi ce que peuvent nos constructeurs français quand il s'agit d'un travail exceptionnellement difficile d'exécution.

Les grandes aciéries de Châtillon et Commentry, de Saint-Chamond, du Creusot, de Saint-Étienne et de Firminy ont contribué pour une large part au travail de préparation des projets; de plus, grâce à ce que rien n'a été livré au hasard, les pièces d'acier moulées ont été d'une exécution remarquable qui a dépassé pour la plupart de beaucoup les prévisions déjà si sévères du Cahier des Charges. MM. Schneider et Cie du Creusot d'autre part ont assumé à leur honneur la tâche difficile du montage.

Parmi ces grandes usines, gloire industrielle de la France, nous comptons de nombreux collègues; nous leur envoyons l'expression de notre admiration.

VISITE AUX TRAVAUX
DU
VIEUX PARIS

Cette visite, commencée par l'amont, a montré, en allant vers l'aval, les trois grands groupes principaux composant cette tentative de reconstitution :

Le quartier moyen âge à l'amont;
Le quartier des Halles au centre;
Le quartier du Palais à l'aval;

et s'est terminée par une promenade sous la plate-forme d'appui, dans les pilotis.

Entrant à l'amont par la Porte Saint-Michel, un double passage voûté mène à la place du Pré-aux-Clercs ou la Tour du Louvre voisine avec la Maison aux Piliers, ou Parloir-aux-Bourgeois, ancien Hôtel de Ville.

De cette place deux rues partent, commençant toutes deux par un passage couvert : à droite, le long du quai, la rue des Remparts; à gauche, en partie en bordure sur la Seine, la rue des Vieilles-Écoles où se trouvent successivement à droite, la maison natale de Molière, la maison de Nicolas Flamel, celle de Théophraste Renaudot, puis la Tourelle d'Escalier du Collège de Lisieux; enfin, la maison de Robert Estienne et celle du Chat Noir.

Au bout à gauche, la petite église Saint-Julien des Ménétriers avec ses échoppes accolées.

Là s'arrête le premier groupe, et la rue des Remparts rejoint, avec celle des Vieilles-Écoles, la place Saint-Julien des Ménétriers.

En face, le quartier des Halles où se trouvera une salle de théâtre.

Il y a lieu de remarquer les fermes à cerce qui la constituent et ont 25 *m* de portée.

Enfin le dernier groupe a montré les bâtiments du Pont au

Change et ceux de la Grande Salle du Palais dont le pignon est élevé en bordure sur la Seine, sur près de 30 *m* de hauteur, le tout en cours d'achèvement.

La visite s'est continuée par les pilotis, constituant l'infrastructure du Vieux Paris. Au nombre de 1 000 environ, moisés à leur tête perpendiculairement au courant par des **U** d'acier et dans le sens du courant par des longrines de bois; ils le sont également à 1 *m* environ au-dessus du plan d'eau et dans les deux sens. Un contreventement général réunit les files de pilotis dans le sens du courant.

Ces travaux d'infrastructure ont été exécutés sous la direction du Service des Ponts et Chaussées.

La sortie s'est enfin effectuée sous l'entrée amont.

VISITE DU 2 JUILLET 1899

AU

PARC AGRICOLE D'ACHÈRES

COMPTE RENDU

A la suite de la communication du 26 mai écoulé, de notre Collègue, M. P. Vincey, sur l'*Épuration terrienne des eaux d'égout de la Ville de Paris*, une visite au Parc agricole d'Achères avait été décidée. Elle a eu lieu le dimanche matin 2 juillet. Malgré les apparences d'un temps défavorable, environ 65 membres de la Société se trouvaient au rendez-vous de la gare Saint-Lazare, à 7 heures trois quarts du matin.

Le Bureau de la Société, ayant à sa tête M. G. Dumont, Président, a dirigé l'excursion. Il était accompagné de M. Launay, Ingénieur en chef de l'assainissement, assisté de notre collègue, M. P. Vincey, ingénieur agronome.

Au sortir de la gare d'Herblay, les excursionnistes se sont rendus vers la Seine par la rue du Val. L'émissaire principal des eaux d'égout se dirigeant vers l'ouest coupe à angle droit la rue du Val, à Herblay, et il est pourvu en ce point d'un premier branchement latéral de rive gauche, qui évacue une partie des eaux usées vers le Parc agricole d'Achères *(fig. 1)*.

En tête de ce branchement, vers le sud, existe une construction avec installation d'un jeu de vannes chargé de diriger les eaux dans l'une ou l'autre direction.

M. l'Ingénieur en chef Launay y donne aux visiteurs de très intéressantes explications techniques sur les travaux d'art qu'il a dù concevoir et exécuter pour l'établissement de l'aqueduc. Il expose notamment que l'usine de Clichy élève une première fois les eaux d'égout; partiellement vers la presqu'île de Gennevil-

CARTE GÉNÉRALE DES IRRIGATIONS

Légende

Terrains irrigables appartenant à la Ville ou loués à elle par l'État

Terrains irrigables appartenant aux particuliers

Fig. 1.

PROFIL EN LONG DE L'ÉMISSAIRE GÉNÉRAL

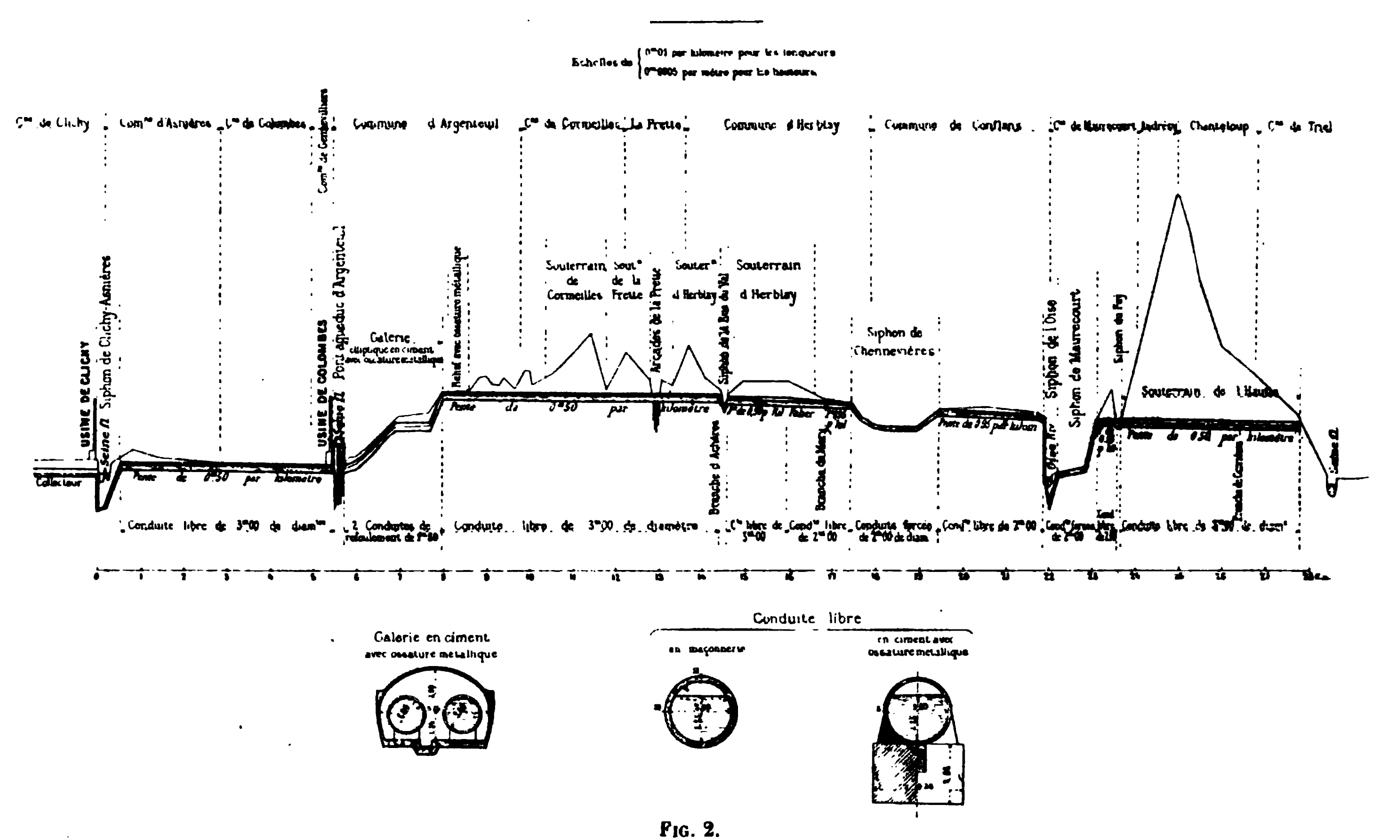


Fig. 2.

liers, et pour la plus grosse part, à 5 *m* environ de hauteur seulement, au deuxième relai de l'usine de Colombes. De là, une très puissante installation mécanique refoule encore les eaux, à une quarantaine de mètres de hauteur, vers un point culminant, situé sur le territoire d'Argenteuil, d'où, par la simple gravité, les eaux-vannes peuvent être distribuées sur une aire culturale de plus de 12 000 *ha*, c'est-à-dire beaucoup plus qu'il n'en faut pour assurer leur parfaite épuration.

La figure 2 donne le profil en long de l'émissaire général ainsi que la position des usines élévatoires et la coupe des galeries en ciment et conduites libres.

M. Launay expose que l'émissaire principal, en conduite libre et souterraine, franchit le vallon de la Frette sur un pont-aqueduc de construction fort intéressante. Il se dirige directement vers l'Oise, qu'il traverse en siphon, établi par la méthode du bouclier. L'émissaire s'infléchit ensuite vers le sud-ouest, traverse en souterrain la montagne de l'Hautie, sur une longueur d'environ 4,5 *km*, pour aller assurer d'ores et déjà l'irrigation fertilisante et épuratrice sur non moins de 800 *ha* de la presqu'île de Triel, Carrières-sous-Poissy.

M. l'Ingénieur municipal rappelle aussi qu'à près de 2 *km* au delà du point où il franchit le Val d'Herblay l'émissaire général est pourvu d'un second branchement latéral de droite, qui conduit librement une partie des eaux vers la troisième usine élévatoire établie à Pierrelaye *(fig. 1)*. Celle-ci élève encore l'eau à une vingtaine de mètres, pour l'irrigation du domaine municipal de Méry et des terres en cultures libres, pour environ 1 800 *ha* au total.

Les excursionnistes se sont engagés dans la rue du Val, pour traverser la Seine dans des bateaux de l'Administration parisienne. Chemin faisant, M. Launay explique comment, par la méthode du bouclier, sans tranchée ouverte, une large galerie, où passent les conduites forcées dirigeant les eaux vers le Parc d'Achères, a pu être établie sous la rue du Val d'Herblay, sans que la circulation y eût jamais été interrompue. Les deux conduites franchissent ensuite le fleuve, ayant été assez simplement déposées dans une sorte de chenal pratiqué en travers du lit. Au Parc d'Achères *(fig. 3)*, elles se dirigent vers la route centrale, sous laquelle règne un système de conduite qui distribue les eaux dans le millier d'hectares qui constitue le domaine. Des conduites maîtresses de distribution, de la route centrale du Parc,

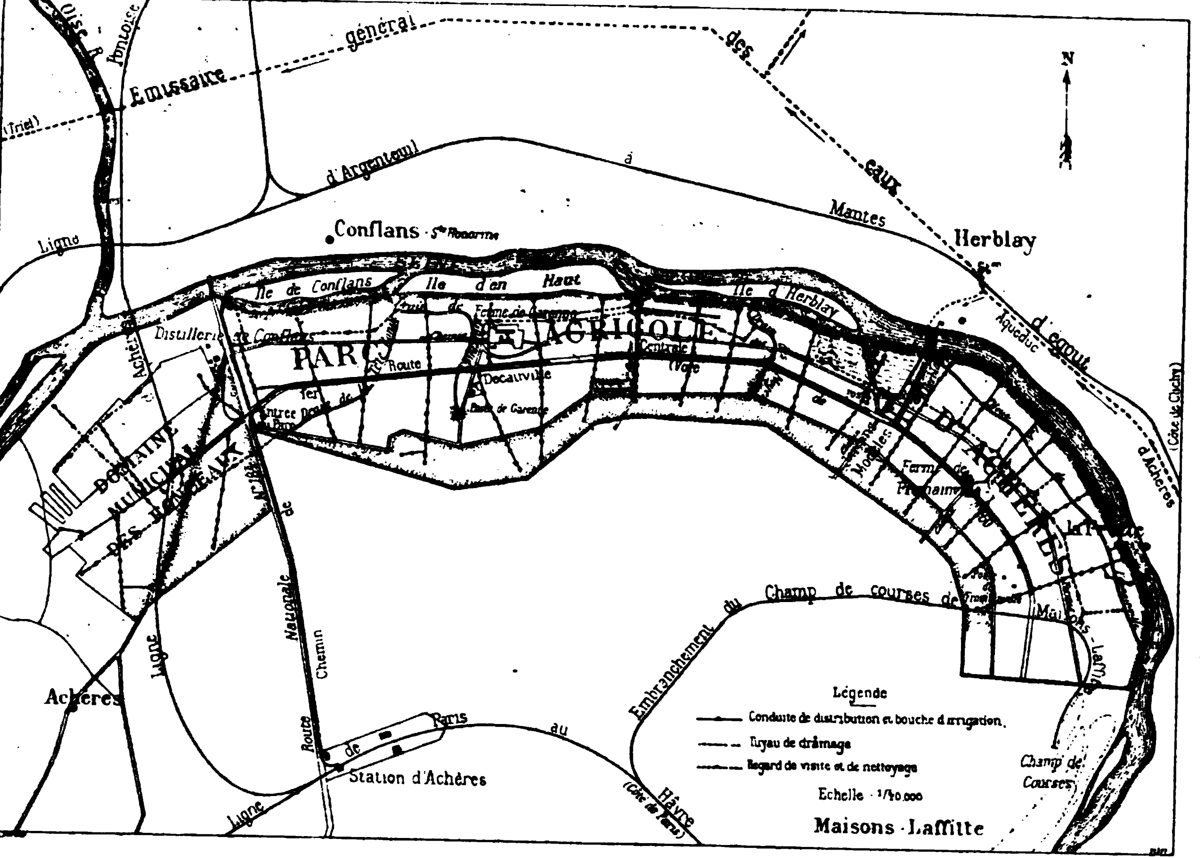


Fig. 3. — Plan général du parc Agricole d'Achères.

sur une dizaine de kilomètres d'étendue, des deux côtés, tous les 350 *m* à peu près, partent des conduites secondaires, sur lesquelles sont fixées les bouches de distribution de l'eau d'irrigation. Ces bouches, situées à environ 60 *m* les unes des autres et commandant l'arrosage de 2,5 *ha* à 3 *ha* de terrain, sont des sortes de robinets à disques, mus par des clefs à vis.

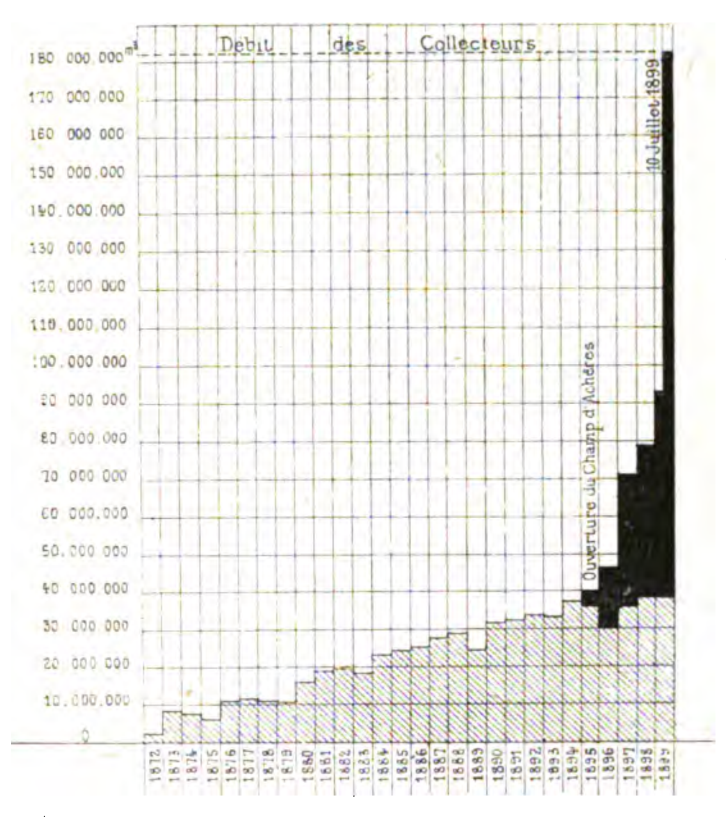
Au Parc d'Achères, dont la figure 3 donne le plan général, toute la canalisation forcée est composée de tuyaux en ciment armé, depuis 1,10 *m* jusqu'à 0,30 *m* de diamètre, établie par l'entrepreneur, M. Bonna, selon la méthode si intéressante dont il est l'initiateur. Ces tuyaux en sidéro-ciment, notablement plus économiques que leurs similaires en fonte, se sont montrés, dès le début, parfaitement étanches et ont toujours très bien résisté aux pressions intérieures pour lesquelles ils avaient été établis. Les visiteurs, vers l'extrémité est de la route centrale, ont pu voir un chantier en fonctionnement pour la fabrication des tuyaux.

Après avoir été l'entrepreneur de l'établissement des conduites de distribution, M. Bonna est devenu l'exploitant des cultures de l'ensemble du Parc agricole d'Achères, dans ses trois fermes de Fromainville, de Garenne et des Fonceaux.

M. Bonna accompagnait également les excursionnistes. Il a pu, non sans une légitime satisfaction, leur montrer ses belles cultures, notamment de betteraves à distillerie, ses pommes de terre hàtives, que l'on récoltait juste au moment de la visite, ses plantureux carrés de choux, d'artichauts, de poireaux, de petits pois, ses très grasses prairies, etc. Il a fait aussi à ses collègues les honneurs de la ferme de Fromainville, avec son isba russe, où une sorte de lunch rapide avait été servi par ses soins.

M. Launay avait tout d'abord conduit les sociétaires au jardin anglais et aux pépinières modèles du poste d'Herblay, qui contribuent si heureusement à donner au domaine agricole d'Achères les apparences d'un vrai parc d'agrément. Il leur a montré comment de puissants drainages avaient dû être établis pour écouler dans la Seine les eaux après leur épuration terrienne. L'Ingénieur en chef a expliqué qu'à côté des graviers anciens, si perméables du champ d'épuration, tout le long du fleuve, il existe une bande de limon très peu perméable, qui aurait forcément contribué le plus gravement à relever la nappe souterraine, si on ne l'eût coupée de distance en distance par des drainages, soit enterrés, soit à ciel ouvert.

Les visiteurs ont constaté la limpidité des eaux épurées par le sol. Le diagramme *(fig. 4)* donne en même temps que le débit total des collecteurs parisiens les quantités d'eau épurées chaque année depuis 1872.



Quantités d'eau épurées à Gennevilliers

Quantités d'eau utilisées sur les nouveaux champs d'épuration

Fig. 4.

Un petit chemin de fer Decauville, desservant tout le domaine, a permis aux visiteurs de le parcourir très rapidement dans son ensemble. Sur les accotements d'une route plantée de quatre rangées d'arbres fruitiers, le train a circulé dans d'immenses plaines contenant non moins de 500 *ha* de betteraves à distillation, de très belle venue et en parfait état d'irrigation et de sarclage.

La betterave est la culture dominante de M. Bonna, qui a établi aussi, auprès de Conflans, une distillerie par rectification.

Avec les pulpes de son usine et les copieux fourrages de son exploitation, le fermier compte aussi entretenir bientôt un très nombreux bétail pour la production laitière.

Après avoir traversé une partie de la forêt de Saint-Germain, en bordure de la route Nationale, le petit chemin de fer de la Ville a conduit les visiteurs à la gare d'Achères, d'où un train de l'Ouest les a ramenés à la gare Saint-Lazare.

P. V.

CRÉATION

D'UNE

COMMISSION DES ÉTUDES COLONIALES

RAPPORT DU PRÉSIDENT DE LA COMMISSION PROVISOIRE

Approuvé par le Comité dans sa séance du 5 mai 1899

Messieurs et chers Collègues,

Les conquêtes coloniales, qui avaient autrefois pour but principal l'exploitation des richesses naturelles des pays annexés ont, de nos jours, un second objectif : fournir des débouchés aux produits de l'industrie de la mère patrie. C'est ce qui explique le grand mouvement que nous voyons se produire dans ce sens.

Avec l'Europe, la France a compris la nécessité d'étendre ses colonies, et après avoir été trop longtemps indifférente à cet égard, elle est entrée résolument dans le mouvement général. A la période héroïque et glorieuse de l'exploration des territoires inconnus succède aujourd'hui une phase commerciale et industrielle qui intéresse particulièrement les Ingénieurs. La Société des Ingénieurs Civils de France faillirait à ses traditions et à sa mission en y demeurant étrangère.

Votre Président a pensé, en conséquence, qu'il y avait lieu de prendre en considération les désirs exprimés par quelques-uns de nos Collègues et, de concert avec eux, d'examiner quel serait le meilleur mode d'intervention de la Société dans les préoccupations du pays pour la mise en valeur de notre domaine colonial.

Nous voyons l'esprit public se porter avec ardeur vers ces questions. Il suffit, pour le prouver, de rappeler les fêtes qui ont eu lieu tout récemment en Tunisie où plusieurs ministres sont venus, devant le monument élevé à la mémoire de Jules Ferry, rendre hommage à cet homme d'État, véritable précurseur de l'idée de l'expansion coloniale.

Grâce à son impulsion féconde, la France est restée l'une des trois nations européennes les plus considérables comme popula-

tion et superficie territoriale. Nos sujets coloniaux égalent en nombre les habitants de la Métropole. Comme surface, nos colonies et pays de protectorat, non compris le Sahara, équivalent à neuf fois l'étendue du sol français et, d'autre part, l'on commence à reconnaître que ces possessions lointaines, dont on redoutait le climat, deviennent salubres par l'exécution des travaux d'assainissement les plus élémentaires. Dès l'achèvement de ces travaux, la mortalité, dans la plus grande partie des localités, n'est pas plus grande qu'en Europe.

Un pareil domaine mérite qu'on s'en occupe et notre industrie métropolitaine doit y trouver un déversoir favorable à sa vitalité. Pour cela il faut doter ces nouveaux territoires d'un outillage économique : voies ferrées, lignes de navigation, communications télégraphiques, travaux indispensables pour les exploitations minières et agricoles, la métallurgie, les manufactures et l'hygiène locale. Tout cela est à faire successivement au fur et à mesure que les besoins naîtront et se développeront ; mais, dès à présent, on doit se mettre à l'œuvre.

Qui peut, mieux que les Ingénieurs civils, assister l'Administration supérieure dans cet effort patriotique ? Ils ont, depuis un demi-siècle, constitué en France l'outillage caractéristique de la civilisation moderne. Il leur appartient de créer la vie industrielle, commerciale et agricole, dans les nouvelles contrées où flotte notre drapeau.

Déjà pour l'Indo-Chine, l'opinion s'est prononcée dans ce sens et le réseau des chemins de fer, dans cette colonie, a obtenu un crédit de 200 millions de francs, souscrits avec empressement par le public. En Afrique, en Chine, des projets analogues sont à l'ordre du jour.

Toutefois, il ne faut pas se faire d'illusion. Il ne peut être question, dans ces entreprises, de copier ce qui existe en Europe ; de nouveaux problèmes vont se poser, des difficultés spéciales vont surgir, non seulement parce qu'il s'agit de pays différents, comme conditions naturelles, telles que la topographie, le climat, le sol, etc., mais aussi par suite du changement profond que l'occupation européenne va produire dans les mœurs et les coutumes des peuplades indigènes non préparées à cette transition.

L'art de l'Ingénieur se trouvera partout, dans ces contrées, aux prises avec des particularités matérielles, économiques, morales, dont il faudra tenir compte. Ce sera un stimulant de plus apporté à l'intérêt primordial de l'étude des problèmes de la colonisa-

tion pour tout ingénieur civil, car il n'est aucun de nous qui ne participe à une production quelconque, et qui, par conséquent, ne doive se préoccuper de l'extension des relations industrielles vers les marchés extérieurs.

Ce qui vient d'être dit répond suffisamment à la crainte que l'on pourrait avoir d'assister à la création d'une branche spéciale du génie civil. Rien de semblable ne saurait être en projet, car le génie civil reste le même sous toutes les latitudes; ses applications seules peuvent varier selon les conditions dans lesquelles il trouve à s'exercer; les solutions qu'il donnera aux problèmes techniques coloniaux ne devront différer de celles en usage dans les pays de pleine civilisation que par l'appropriation judicieuse et économique des principes de la science aux conditions nouvelles qui viennent d'être énoncées sommairement.

Telles sont les considérations principales qui nous paraissent provoquer et justifier l'étude, par notre Société, des problèmes nombreux que va susciter l'ère qui s'ouvre de l'exploitation industrielle du domaine colonial français.

C'est l'explication de la proposition qui vous est faite, Messieurs et chers Collègues, de constituer une Commission, dite des *Études coloniales*, qui aura pour but d'organiser le travail, de centraliser les documents et de préparer avec méthode l'examen de ces questions par la Société.

En présence de l'activité à prévoir, par suite de l'exécution des nombreux travaux engagés ou projetés, et des documents à réunir, il y aura lieu de constituer, comme annexe à la Bibliothèque, un rayon spécial destiné à offrir toutes les indications utiles aux Membres de la Société qui voudraient suivre le mouvement colonial et, par suite, une sorte de permanence, d'ordre purement technique bien entendu, la Société n'ayant pas l'intention d'empiéter en quoi que ce soit sur les champs d'action des associations coloniales déjà existantes.

La Commission pourrait avoir le programme initial suivant, susceptible d'être élargi ou modifié selon la marche des événements et les circonstances :

1° Étude des questions coloniales au point de vue technique et économique; Rapports à établir, le cas échéant, avec les cinq sections de la Société; Recherche des communications à faire concernant le domaine colonial et organisation des discussions consécutives;

2° Centralisation de tous documents et renseignements utiles relatifs aux colonies, aux industries à y créer ou développer, aux travaux à y exécuter; Mode d'intervention du génie civil dans leurs exploitations; Relations à établir entre les pouvoirs publics et les administrations coloniales afin d'en recevoir directement et opportunément l'indication des actes et faits pouvant intéresser la Société ou ses Membres : adjudications, concours, entreprises projetées, concessions industrielles, demandes d'Ingénieurs, emplois à créer ou disponibles.

3° Mettre la Société à même d'exercer, au profit des colonies, l'influence morale dont E. Flachat faisait ressortir l'importance, par suite de son caractère de pleine et entière indépendance, gage certain de l'impartialité et de la justesse de ses appréciations;

4° Examiner les règlements, décrets ou lois à appliquer à l'industrie dans les colonies, les discuter et, le cas échéant, formuler des vœux à leur sujet.

Il suffit d'indiquer, en outre, les avantages que trouveraient les entreprises coloniales, soit industrielles, soit de construction, soit même agricoles, à pouvoir compter sur un corps largement ouvert d'Ingénieurs civils, indépendants et libres, capables de fournir, mieux que tout autre, son concours assidu et permanent aux colonies, où la plupart n'hésiteraient pas à se fixer pour une longue période de temps.

Le programme qui vient d'être énoncé n'est-il pas en harmonie avec celui qui a présidé à la fondation et au développement de notre Société dont l'objet, si bien défini par nos statuts, est :

« D'éclairer par la discussion et le travail en commun les questions d'art relatives au génie civil; — de poursuivre par l'étude des questions d'économie industrielle, d'administration et d'utilité publique, l'application la plus étendue des forces et des richesses du pays; — d'entretenir des relations suivies et un esprit de fraternité entre tous les Membres de la Société; — De rechercher et de faire connaître à tous ses Membres les positions et les emplois vacants auxquels ils pourraient aspirer. »

Étendre cet objet aux colonies qui font partie intégrante de la patrie française, n'est-ce pas un acte d'utilité et même de nécessité impérieuse, si notre Société, comme ses traditions et sa destinée l'y appellent, veut rester à l'avant-garde du génie civil et du progrès industriel?

Le Président de la Commission provisoire,
E. Badois.

L'ÉCLAIRAGE PAR L'ALCOOL

PAR

M. L. DENAYROUZE

Première partie.

I

Dès 1881, un groupe d'Ingénieurs français avait entrevu la possibilité d'obtenir, au moyen du gaz, une lumière se rapprochant de la lumière électrique : ces précurseurs pensaient que le gaz, utilisé surtout comme élément calorifique, fournirait une lumière plus abondante et plus belle, si on l'employait à porter à l'incandescence des particules solides douées d'un grand pouvoir de rayonnement.

Dans une communication faite à la Société technique de l'Industrie du gaz, en 1882, un technicien éminent, mort trop jeune, M. Servier, Membre de la Société parlait déjà de la *révolution* qui devait, selon lui, survenir dans l'industrie de l'Éclairage, du fait de la vulgarisation des becs à incandescence.

L'espèce de prophétie de Servier a mis quelque temps à se réaliser. En 1885, le Docteur Auer inventait son manchon de terre rare, qui demanda sept ans de perfectionnement avant d'être tout à fait pratique. Mais, à partir de 1892, il devint réellement possible, grâce au manchon Auer, d'abaisser des quatre cinquièmes la dépense de gaz nécessaire pour produire l'unité de lumière, la Carcel.

Un peu plus tard, en étudiant d'une manière approfondie les lois auxquelles devait satisfaire la formation du mélange d'air et de gaz destinés à produire la lumière, je parvins à augmenter beaucoup le pouvoir éclairant des manchons incandescents.

En même temps que les résultats devenaient meilleurs, les appareils créés en vue de ces résultats se simplifiaient de plus en plus. Au début, on avait pensé, que pour mélanger convenablement l'air au gaz, il fallait des organes mécaniques; plus tard, pendant toute la période des recherches relatives aux becs à récupération, on avait cru pouvoir se contenter de simples organes de tirage. Avec une cheminée de verre, on était parvenu

à obtenir ce que nous appelons aujourd'hui l'incandescence ordinaire. En fin de compte, je me suis aperçu que, pour obtenir l'incandescence intensive, ce faible tirage n'était même pas nécessaire.

C'est ainsi que, sur bon nombre de places et d'avenues de la Ville de Paris, vous avez pu voir, cette année, des foyers intensifs comme celui-ci, dans lesquels le mélange du gaz et de l'air s'effectue de lui-même. En s'échappant des conduites, le gaz rencontre des orifices de sortie convenablement réglés, et l'air arrive jusqu'à lui, au point où il convient, par des orifices d'entrée bien calculés, rien de plus. Au fond, ce morceau de cuivre constitue un simple support de flamme mieux compris que l'ancien bec papillon, voilà tout.

J'ai d'ailleurs résumé, en février 1896, les conditions générales de formation du mélange capable de produire ma lumière intensive par incandescence, comme suit :

a) L'air et le gaz doivent être mélangés d'une manière tout à fait intime, les molécules d'air devant former autour des molécules de gaz comme une sorte d'enrobage.

b) La proportion du gaz à l'air peut varier du quart au cinquième sur les canalisations ordinaires.

c) Le mélange ainsi préparé doit arriver sous le manchon sous une pression très faible (quelques millimètres à peine), mais avec une vitesse déterminée comprise entre des limites assez étroites, vu la fragilité du manchon.

Sur ces données, l'exploitation de la lumière intensive par incandescence a montré que l'on pouvait aisément demander à celle-ci les services de la lumière à arc.

Tel était l'état de la question vers la fin de l'année 1898. Après des vérifications longues et minutieuses, les administrations les plus compétentes ont jugé bonne cette nouvelle manière d'utiliser le gaz. Employés déjà dans plusieurs milliers d'établissements en France, les becs à incandescence intensive, que vous avez sous les yeux, ont récemment transformé l'éclairage des principales places et avenues de Paris. Parmi les applications spéciales de nature à attirer l'attention des Ingénieurs, je puis et dois citer celle faite aux Creusot. Dans cette ville, centre important de construction de machines électriques, une notable partie des voies publiques et des ateliers est éclairée par quelques centaines de becs à incandescence intensive, que MM. Schneider et Cie ont adoptés après les essais les plus sérieux.

II

Ces effets nouveaux étant bien décidément obtenus au moyen du gaz, qui n'est qu'un carbure d'hydrogène complexe, quelques observations de laboratoire m'ont conduit à me demander si, en appliquant une méthode analogue à la combustion d'hydrocarbures différents, je n'arriverais pas à produire avec ceux-ci l'incandescence intensive.

L'incandescence ordinaire avait été, en effet, assez aisément réalisée en Allemagne avec des vapeurs d'alcool et, en divers pays, on essayait de rendre pratique l'usage de lampes à incandescence au moyen du pétrole.

Mais, dans cette voie, on s'était heurté à des difficultés d'ordre technique et économique considérables, tant qu'on n'avait pu réaliser qu'un mélange médiocre entre ces substances et l'air. Tous mes soins, au contraire, ont porté sur la bonne confection de ce mélange, et vous voyez l'effet obtenu :

J'aurai, vers la fin de la séance, l'honneur de mettre sous vos yeux les spécimens de lumière industrielle que va produire, sur une grande échelle, la Société importante qui s'est créée récemment pour l'éclairage par l'alcool. Voici, en attendant, le type de lampe à un manchon, qui fut montrée au Conseil de la Société nationale d'Encouragement à l'agriculture, Conseil auquel j'ai l'honneur d'appartenir, et je pouvais déjà dire, au sujet de ce type de lampe, que l'incandescence intensive par l'alcool était en mesure de rivaliser à tous égards avec l'incandescence ordinaire par le gaz.

Depuis, je suis arrivé à produire la même quantité de lumière avec des poids décroissants d'alcool. Celui-ci est, en effet, un dissolvant excellent d'hydrocarbures, avec lesquels on peut composer des mixtures de moins en moins chères. Aussi n'est-il pas téméraire de dire aujourd'hui que cette lumière se présente dans des conditions singulièrement intéressantes.

Comme cette lumière se crée dans une simple lampe, sans établissement préalable d'usine ou de canalisation coûteuse, on peut prévoir que ce progrès de l'incandescence intensive permettra bientôt aux habitants des moindres villages, et même à ceux des pays médiocrement civilisés, d'être éclairés immédiatement aussi bien et à meilleur compte que les habitants des grandes cités européennes.

Deuxième partie.

Dans la mise en service des becs employant des manchons à incandescence, une difficulté pratique assez grave a toujours persisté jusqu'ici : celle de la fragilité de ces manchons, surtout pour les services de la voie publique ou des chemins de fer.

Cette difficulté redouble quand il s'agit, au lieu de becs fixes, de lampes portatives. Pour la supprimer, j'ai donc été conduit à me demander s'il était absolument nécessaire de tirer l'incandescence de particules de terres rares, alors que, dans certains hydrocarbures riches, la nature a disposé les particules de charbon de manière à ce que leur éclat intrinsèque soit beaucoup plus grand que dans le gaz de l'éclairage ordinaire.

Tout le monde sait, en effet, que l'acétylène donne, à volume égal, une lumière quinze fois plus forte que le gaz d'éclairage, et que d'autres composés du même genre, comme l'éthylène, jouissent de propriétés analogues.

Dans un rapport très remarquable, présenté au Congrès de 1893 par les anciens Présidents de la Société technique du Gaz, on peut relever la phrase suivante : « La combustion directe ne fait que porter à l'incandescence les particules de carbone contenues dans une petite fraction du volume du gaz de l'éclairage. On sait, en effet, maintenant, qu'elles proviennent exclusivement de la décomposition des hydrocarbures de la série aromatique et éthylénique entrant pour 3 à 6 0/0 au maximum, d'après M. Sainte-Claire Deville, dans le volume total du gaz. Le reste du volume ne possède aucun pouvoir éclairant par lui-même, tandis que sa valeur calorifique est considérable. »

Cette indication, si précise et si autorisée, vous donne la clef de mes dernières recherches.

Je ne vous fatiguerai pas de leur détail, mais en voici les premiers résultats :

J'ai le plaisir et l'honneur de mettre sous vos yeux les deux types d'appareils que voici :

Le premier brûle sur les conduites de gaz : c'est celui-ci.

Le second brûle sans gaz ; c'est une lampe absolument portative.

Tous les deux ont pour aliment une composition hydrocarburée convenablement choisie, et la lumière qu'ils répandent, et qui

présente de grandes analogies avec celle de l'acétylène, n'a aucun de ses dangers et est beaucoup moins chère, car son prix, dans tous les cas, est inférieur, non seulement à celui des foyers à gaz, à huile et à pétrole, mais encore à celui de l'incandescence ordinaire. J'entrerai tout à l'heure à loisir dans la comparaison des prix avec les tableaux ci-contre.

Il est permis de croire qu'un grand avenir attend ce mode de production d'une lumière si brillante et si pure.

Et ceci pour deux raisons :

La première concerne l'éclairage domestique, qui se fait avec des appareils portatifs. La lumière nouvelle provient d'une source non susceptible de donner lieu à des explosions spontanées. C'est là un avantage capital qu'elle présente sur l'acétylène. D'autre part, les lampes nouvelles débarrassent l'éclairage domestique des ennuis que donne l'emploi du pétrole et des huiles végétales.

Ces lampes, en effet, n'ont point de verres et ne suintent jamais ; elles ne répandent jamais de mauvaise odeur.

La seconde raison concerne surtout les éclairages du commerce.

Il est certain que l'incandescence par le gaz a quelque peu forcé la main au consommateur de lumière, en le faisant passer sans transition d'un éclairage représenté par 1 à un éclairage *trois ou quatre fois* plus puissant, sans lui laisser la faculté de garder, comme il l'eût préféré, son éclairage d'ancien éclat 1, ou un éclairage nouveau, d'éclat 1 1/2 ou 2, un peu moins brillant, mais beaucoup plus économique.

Avec le nouveau système, au contraire, on peut remplacer le papillon d'une carcel par un papillon minuscule, éclairant autant que l'ancien, et même un peu plus, mais dépensant beaucoup moins.

De même on peut créer des foyers uniques de puissance illimitée.

Je ne puis entrer complètement dans l'explication théorique de cet ensemble de faits en ce moment. J'appelle simplement votre attention sur ce point que cette flamme, qui, à distance, paraît une, est, au contraire, composée d'une série de lumières élémentaires groupées autour d'un centre commun, exactement comme les pétales d'une marguerite. On raille, Messieurs, ceux qui croient et qui osent dire que la science la plus revêche a sa poésie. N'est-il pas curieux de voir que l'étude intime des phénomènes nous conduit, pour l'obtention prosaïque d'une éco-

nomie, à imposer à la lumière les formes élégantes que la nature donne à ses fleurs, et que nos Parisiennes adoptent pour leurs diadèmes et leurs éventails?

Troisième partie.

I

Vous avez certainement remarqué, Mesdames et Messieurs, que cette série de résultats a été obtenue en poussant le plus loin possible les conséquences d'un même principe.

Tous ces foyers brûlent au mieux, si je puis m'exprimer ainsi, des hydrocarbures intimement mélangés d'air, et la chaleur de cette combustion active porte à une vive incandescence, soit des particules de terres rares, soit des particules de charbon.

Dans la première partie de ces recherches, c'est la détermination préalable des lois de composition du mélange que j'ai rappelées, qui a permis d'obtenir l'exaltation des effets du manchon incandescent.

Dans la seconde partie, celle qui a trait à la production de ces petites flammes brillantes, il y a deux ordres de considérations originales à noter.

Le premier se rapporte à la structure physique des flammes, qui se composent d'éléments isolément soumis à une action de pénétration de l'air.

Le second concerne la structure chimique des composés hydrocarburés soumis à l'action des chaleurs perdues de la flamme.

Et c'est en combinant les observations relatives à ces divers phénomènes, tout récemment dégagés, avec celles qui ont donné lieu à la théorie fondamentale des mélanges, que nous arrivons déjà aux résultats que nous allons préciser.

Voici d'abord la marche suivie par les prix de revient de l'unité de lumière depuis vingt ans. Les chiffres de ces tableaux sont établis industriellement, c'est-à-dire qu'ils tiennent compte des indications de la pratique pour les consommations et les prix moyens des éléments employés.

TABLEAU DES PRIX DE L'UNITÉ DE LUMIÈRE A PARIS (CARCEL HEURE).

Avant 1878.

	Dépense en centimes.
Lampe à huile	4,2
Bec papillon	3,8
Bec à gaz Argand	3,1
Bec à pétrole	2,0

Avant 1898.

Bec de gaz à récupération	1,5
Bec de gaz albo-carbon	1,3
Lampe électrique à arc	0,7
Lampe électrique à incandescence	3,0
Bec de gaz à incandescence ordinaire, usure des manchons comprise	0,7
Bec de gaz à incandescence intensive, usure des manchons comprise	0,5

II

Et maintenant, à quels résultats parviendrons-nous, pour la fin de ce siècle, avec ces nouveaux procédés?

Je craindrais de dire toute ma pensée, mais, en tout cas, nous arrivons déjà beaucoup au delà de ce point de départ si faible : *sept dixièmes de centime* par carcel et par heure (coût de l'incandescence ordinaire avec manchon). Ce dernier chiffre n'est pas dépassé par le prix de revient actuel de la nouvelle incandescence sans manchon que l'on brûle du gaz et du carbure, ou des composés carburés seuls, comme le montre la mesure que voici.

Pour le moment, ce prix de revient est extrêmement avantageux pour les applications spéciales où le manchon présente des inconvénients. Il s'abaissera, sans doute, notablement encore.

Mais si ce progrès peut être considéré comme énorme pour l'éclairage domestique, les progrès de l'électricité nous ont appris que les grandes industries et les grandes administrations étaient insatiables dans leur soif de lumière à bon marché, et qu'elles

tenaient, en outre, à faire le moins de changements possible au matériel auquel leurs employés sont habitués. C'est pourquoi je me suis préoccupé, avant tout, de rendre les nouveaux phénomènes que j'avais observés susceptibles de produire une amélioration brusque véritablement saisissante comme éclat et comme prix, soit des effets du gaz dans les villes où existent des usines et des canalisations, soit des manchons Auer eux-mêmes.

C'est ainsi que j'ai l'honneur de mettre sous vos yeux le nouveau bec mixte à incandescence intensive, au moyen du gaz transformé par addition d'hydrocarbures convenables au bec.

Sa consommation est la suivante :

2 *l* de gaz par carcel et par heure;

4 *g* par carcel et par heure d'un composé hydrocarburé, établi de manière que 1 *g* de liquide revienne à peu près au même prix que 1 *l* de gaz à Paris.

Ceci revient à dire que l'unité de lumière (carcel horaire) coûtera l'équivalent d'une dépense de 6 *l* de gaz. Elle en exigeait 127 lors de l'Exposition de 1878.

Voilà, en vingt ans, le pouvoir éclairant du gaz multiplié par vingt.

Dans cette sorte de gamme de lumières nouvelles, on voit que toutes les intensités peuvent être obtenues. On a allumé sous vos yeux les becs et les lampes d'intérieur. Voici la lampe des plus grands espaces.

Est-ce la fin ?

C'est peu probable.

Ces lampes utilisent, en effet, deux éléments :

Du carbure ;

Un manchon,

dont les prix baisseront notablement l'an prochain : les manchons d'abord, puis les compositions carburées. susceptibles des enrichissements les plus... disons bizarres.

N'oublions pas, enfin, que, par surcroît, la lumière puissante et économique se trouve en même temps mise à la disposition de tout le monde, sans aucune nécessité d'établissement d'usine préalable, dans les campagnes comme dans les villes.

III

Messieurs, nous sommes ici, comme dans toutes les assemblées, divisés en deux clans de gens de bonne foi. Il y a parmi nous, techniciens, des optimistes et des pessimistes. Laissez-moi dire, pour les jeunes collègues qui nous écoutent, pourquoi, croyant fermement que les applications de ces nouvelles lumières sont appelées à un très grand développement, j'ose avoir devant eux le courage de mon opinion.

J'estime que l'industrie de l'éclairage arrive à un moment où elle doit subir une nouvelle transformation, en ce sens que la lumière va être produite, non seulement avec les anciennes matières usuelles, savoir le gaz et les huiles végétales et minérales, mais encore avec des substances différentes.

Ainsi, nous avons vu récemment, dans la culture, comme complément de l'engrais séculaire et destiné d'ailleurs à rester éternel, le fumier, des produits nouveaux et tout à fait d'autre nature, tels que les nitrates et les phosphates, venir aider puissamment à la production des fourrages et du blé.

Quand on a l'expérience de la lenteur avec laquelle s'opèrent les transformations industrielles les plus logiques, on sait que le temps seul donne raison à cet ordre de prévisions. Mais il faut que les jeunes gens comprennent pourquoi l'on peut et l'on doit, dans l'ordre d'idées qui nous occupe, être patient, philosophe et même résigné, lorsqu'on est arrivé à la certitude matérielle de se trouver en face d'une découverte féconde.

Voici, par exemple, ce que pensait, il y a vingt ans, de la divisibilité de la lumière électrique et de ceux qui croyaient que ce progrès allait ouvrir à la découverte de Davy un horizon industriel formidable, l'organe le plus autorisé des industries de l'éclairage :

Journal des Usines à gaz *(du 5 mai 1877)*. — ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE. — « Les électriciens ne nous semblent pas dans une bonne voie pour l'exploitation de leurs découvertes. Les véritables applications de l'électricité sont tout autres que dans la production de la lumière : elles sont dans la galvanoplastie, la télégraphie électrique et dans les industries chimiques. »

Même Journal *(5 août 1877)*. — « Deux courants tout à fait opposés paraissent s'être produits dans l'esprit des électriciens.

Les uns, ayant à leur tête MM. Denayrouze et Jablochkoff, cherchent la divisibilité de la lumière, annoncent même l'avoir trouvée..... »

Même Journal *(5 octobre 1877)*.— « MM. Denayrouze et Jablochkoff ont bien voulu nous convier à l'une de leurs séances de l'avenue de Villiers et nous ont donné les explications les plus minutieuses de leur système. M. Denayrouze a discuté avec nous les critiques que nous nous étions permises...

» Et, après une longue conférence, nous sommes restés, les uns et les autres, avec nos convictions, comme il arrive dans les discussions politiques ou religieuses. »

Même Journal *(5 novembre 1878)* MUCH ADO ABOUT NOTHING. — « Nous avons reçu bon nombre de lettres et de visites pour connaître notre opinion sur la fameuse invention d'Edison, et nous avons répondu, dès le principe, que la forme même de l'article de New-York nous prouvait que la nouvelle n'était autre chose qu'un canard, ou ce qu'on appelle, en Angleterre et en Amérique, ***a Puff*** ou ***a Humbug***. Nous ne nous trompions pas, et la Compagnie Parisienne, qui avait télégraphié à Philadelphie, a reçu la réponse suivante d'un Membre correspondant de l'Académie des Sciences de Paris :

« Paris (de Philadelphie), 14 octobre 1878. Réponse au télégramme du *Matin* :

» Les expériences faites par Edison au sujet de la lumière électrique ne révèlent rien de nouveau, et ne prouvent rien quant à la division à l'infini de la lumière électrique. »

Eh bien, Messieurs, que ces jeunes collègues le sachent bien, nous avons été, les Ingénieurs français de ce temps-là, infiniment trop timides. C'est faute d'avoir soutenu avec une fermeté suffisante une conviction juste que nous avons laissé, pendant dix ans au moins, aux étrangers la gloire et le profit de nos initiatives nationales en matière de lumière électrique.

Notre métier n'est pas, comme celui des professeurs et des théoriciens, de rester spectateurs impassibles des phénomènes considérés dans leur essence abstraite; nous avons pour rôle et pour mission, surtout dans un pays démocratique, de mettre à la portée de tous les bienfaits des applications de la Science, et cela le plus rapidement possible.

C'est pourquoi je me suis efforcé, Messieurs, de vous faire partager la conviction qui m'anime. Je crois fermement que l'emploi de la méthode et des substances sur lesquelles je viens d'appeler votre attention est destiné à transformer profondément les procédés actuels d'éclairage.

En tout cas, je remercie M. le Président de la Société de m'avoir encouragé à faire dans cette enceinte, où se centralisent les efforts de notre industrie nationale, les démonstrations, auxquelles vous avez bien voulu assister, un an juste avant l'Exposition de 1900.

Le temps montrera si, dans cette direction des recherches contemporaines, la conquête de la lumière, les Ingénieurs français n'ont pas, une fois de plus, marché en avant-garde.

ÉTUDE SUPPLÉMENTAIRE

SUR LA PRODUCTION ET SUR L'EMPLOI

DE

DIVERS GAZ COMBUSTIBLES

PAR

M. LENCAUCHEZ

Dans mon mémoire sur les gaz combustibles, qui se trouve au Bulletin n° 5 de la Société des Ingénieurs Civils de France (mai 1899), pages 776 à 834, on voit § 2, page 780, un tableau portant deux diagrammes, figure 1, donnant les consommations, par heure et par cheval effectif, des bons moteurs à gaz de construction courante des grands ateliers mécaniques.

Le diagramme, en gros traits pleins, donne les consommations de calories pour cheval effectif mesuré au frein et le diagramme en traits pointillés donne les consommations en volumes des principaux gaz employés aujourd'hui par les moteurs à gaz courants de bonne construction (1).

Certains de mes Collègues m'ont demandé si ces diagrammes sont déduits du calcul ou s'ils sont le résultat des consommations constatées par des expérimentateurs faisant autorité.

De même que pour les analyses des gaz qui sont dues toutes à des savants d'une haute valeur incontestable, comme je l'ai dit page 855, Bulletin n° 5, mai 1899, les consommations données § 2, page 780, Bulletin n° 5, sont dues à M. Hirsch, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur, à M. le docteur Aimé Witz, à M. G. Richard, à M. Ch. Bourdon, professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures et à M. Bryan Donkin, dont on peut consulter les volumineux ouvrages, mémoires et rapports, sur le sujet qui nous intéresse ici.

(1) Ces consommations sont des moyennes pour chaque cas particulier, afin de ne pas nous induire en erreur par de très beaux chiffres de choix et d'exception, s'éloignant toujours des réalités pratiques.

§ 1. — Gaz des hauts fourneaux.

Au tableau 5 de mon mémoire, § 21, page 821, on trouve une analyse moyenne de gaz des hauts fourneaux, avec 12 0/0 de CO^2 en volume et 24 0/0 de CO ; ce gaz a une puissance calorifique de 900 calories au mètre cube, ramenée à 0° et à 760, les produits de la combustion n'étant pas condensés.

A côté de cette analyse s'en trouvent trois autres de gaz de hauts fourneaux écossais dont la moyenne est à 1 248 calories, avec seulement 6 1/4 0/0 en volume de CO^2, et 27 0/0 de CO. Cette grande différence est due à ce que le combustible employé par les hauts fourneaux écossais est une houille ligniteuse très pure, à 40 0/0 de matières volatiles, à 5 0/0 de goudron et à 25 0/0 en poids de gaz combustibles valant, à égalité de volume, 88 0/0 du pouvoir calorifique du gaz d'éclairage : bien entendu, à même pression et à même température.

Dans ces derniers temps, certains métallurgistes ont été étonnés de lire, dans les ouvrages de M. le docteur A. Witz, qu'il y avait du gaz de hauts fourneaux au coke, variant entre 900 et 1 000 calories au mètre cube, ramené à 0° et à 760 et que même M. Witz avait constaté une fois la puissance calorifique de 1 208 calories. Mais ces très beaux résultats pour l'emploi des gaz par les moteurs *(à gaz)* indiquent pour le praticien une grande dépense de combustible, par tonne de fonte produite par les hauts fourneaux ; car, plus la quantité d'acide carbonique est grande, plus l'utilisation est considérable et moins elle est grande, plus la consommation est forte et augmente le prix de revient de la tonne de fonte obtenue.

La pureté des combustibles consommés *(cokes)*, la haute température du vent, la nature de la castine et sa quantité employée, la qualité du minerai consommé et la qualité de la fonte fabriquée, blanche d'affinage, truitée, à Bessemer, Thomas ou pour seconde fusion, font passer la dépense de coke par tonne de fonte obtenue, de 850 *kg* à 1 460 *kg* dans les meilleurs hauts fourneaux.

Or, la quantité de carbone et d'oxyde de carbone pour réduire les minerais qui donnent 1 *t* de fonte est sensiblement constante, et donc plus on consommera de coke par tonne produite, plus on aura de gaz oxyde de carbone en excès.

M. le docteur A. Witz donne, page 77 de son Traité sur les mo-

teurs à gaz, tome 3 (1), la composition ci-dessous à un gaz d'un haut fourneau de Hoerde, Westphalie, en marche pour fonte à Bessemer.

CO^2.	8 à 9 0/0 en volume.	
CO	31 à 33 0/0	—
H.	2 à 3 0/0	—

et il estime sa puissance calorifique au mètre cube ramené à 0° et à 760 à 960 calories (2).

En janvier dernier, j'ai reçu de deux hauts fourneaux de la Haute-Marne les quatre analyses ci-dessous :

CO^2 en volume	15, 11, 10, 9	moyenne	11,25 0/0
CO —	23, 25, 25, 27		25 0/0

ce qui donne au mètre cube de ce gaz une puissance calorifique à 0° et à 760 de 0,25 $m^3 \times 3035$ cal = 759 calories auxquelles il faut ajouter H pour 50 à 60 calories et pour C^nH^m, mal déterminé, 100 calories environ ; de sorte qu'en moyenne ce gaz de la Haute-Marne, ramené à 0° et à 760, donne au mètre cube :

$$759 \text{ cal.} + \left(\frac{50 \text{ cal.} + 60 \text{ cal.}}{2}\right) + 100 \text{ cal.} = 914 \text{ à } 900 \text{ calories.}$$

La marche de ces hauts fourneaux est celle pour fonte blanche d'affinage ; ce qui prouve que, depuis Ebelmen, il n'y a rien de changé.

C'est pour cette raison que, ne voulant pas prendre de chiffres exceptionnels, page 780, § 2, fig. 1, tableau 1, j'ai donné au gaz moyen de hauts fourneaux au coke la valeur de 900 calories au mètre cube, à 15° et à 760, tout en signalant des valeurs beaucoup plus grandes qui, pour les gaz écossais, peuvent atteindre 1 471 calories ; mais, dans la pratique, il ne faut jamais compter sur les chiffres d'exception ultra-élevés, sous peine d'amères déceptions.

J'ajoute qu'en 1874 j'ai donné à la Société un mémoire *(qui se trouve à son Bulletin, pages 813 à 844, décembre 1874)*, sur la « Métallurgie de l'acier Bessemer, etc., où § 10, 21, 22, 30 et 31, j'ai fait voir que les hauts fourneaux doivent être considérés comme des gazogènes et que leur gaz, lavé et épuré, doit être employé au chauffage des fours à chaleur récupérée, soit pour

(1) E. Bernard et Cie, éditeurs, 29, quai des Grands-Augustins, à Paris, 1899.
(2) C'est une très bonne généralité aujourd'hui.

le puddlage, soit pour le réchauffage et aujourd'hui pour les fours d'affinage dits Martin.

Dans mon ouvrage sur les combustibles *(Bernard Tignol, éditeur, 1878)*, pages 55 à 58, § 22 à 25, il est dit encore que les hauts fourneaux sont les meilleurs gazogènes que l'on puisse trouver, et, page 113, § 86 et suivant, j'indique les moyens d'épurer et de laver le gaz des hauts fourneaux; page 234, § 213 et pl. 4, je donne la description et les dessins d'un ensemble d'appareils laveurs et épurateurs de gaz de hauts fourneaux; page 248, § 226, pl. 13, se trouve un four à fondre chauffé au gaz des hauts fourneaux, et enfin, page 253, § 229, on voit un four à 4 accumulateurs récupérateurs à réchauffer les paquets de fer et les lingots d'acier chauffé au gaz lavé et épuré des hauts fourneaux.

En 1873-1874, je disais :

Le haut fourneau utilise 36 0/0 du calorique du coke à produire de la fonte de fer ; 100—36 = 64 0/0 s'en échappent sous forme de gaz combustibles, mais on ne peut considérer ces 36 0/0 comme une perte, puisqu'ils ont donné un produit *(la fonte de fer)* et que ce sont les 64 0/0 qui en sont le sous-produit; en effet, jusqu'en 1840, ils étaient perdus. En chauffage du vent, le gaz brut, par son dépôt de poussières sur les parois des appareils calorifères à air chaud, en paralyse la conductibilité en ne permettant à peine qu'une utilisation de 1/3 ou de 33 0/0 du calorique ; soit 300 calories sur 900; on a beau augmenter la hauteur des calorifères Cowper, qui, aujourd'hui, dépassent 30 *m*, leur rendement reste toujours des plus mauvais. Il en est de même pour la production de la vapeur ou à la très mauvaise conductibilité se joint une déplorable combustion. C'est pourquoi, en 1873-1874, je faisais remarquer qu'avec du gaz lavé et bien épuré, le vent serait mieux chauffé avec une économie d'au moins 50 0/0 et que le gaz en excès, aussi riche que celui des gazogènes moyens de cette époque, serait beaucoup mieux employé au chauffage des fours à chaleur récupérée par quatre accumulateurs ; vu que les gaz des gazogènes Siemens, si en vogue à cette époque (1874), donnaient lieu à une perte de 45 à 50 0/0. Que, puisque le gaz des hauts fourneaux était un sous-produit, ils ne sauraient donner lieu à aucune perte de transformation du combustible solide en combustible gazeux et que la houille brûlée convenablement sous de bonnes chaudières à vapeur y donnerait

un effet utile *(rendement)* de 75 0/0, comme avec toutes les bonnes chaudières.

Tous ces raisonnements, projets, mémoires et dessins, ne produisirent aucun effet, tant les maîtres de forges étaient persuadés qu'il était et serait toujours impossible de pouvoir jamais épurer les gaz des hauts fourneaux. Les choses en restèrent là jusqu'en 1895 à 1897 où, grâce à l'initiative de quelques grands ateliers de construction, en Belgique, en Allemagne, en Angleterre et en Écosse, on fit, en petit, de l'épuration pour des moteurs de la force de 6 à 18 *ch*; puis, ensuite, voyant que cette épuration n'est nullement si impossible qu'on l'avait cru, on a construit des moteurs de la force de 100, 150 et 250 *ch*; aujourd'hui, il y en a en construction de la puissance de 500 *ch* par cylindre moteur.

Les anciens adversaires de l'épuration trouvent que c'est une affaire de rien et qu'il est étonnant que l'on se soit laissé arrêter par une pareille bagatelle. D'autres ont été plus loin et ont assuré que l'épuration était inutile pour les moteurs à gaz; mais cette foi robuste dans l'emploi du gaz brut des hauts fourneaux n'a pas été de longue durée. Aujourd'hui, tout le monde est d'accord sur la nécessité absolue de l'épuration et sur les facilités des moyens à employer pour la réaliser, suivant que l'on dispose d'un plus ou moins grand volume d'eau de lavage.

Ici on voit donc que, grâce aux moteurs à gaz, la métallurgie du fer va faire un grand progrès et pourra employer son gaz épuré des hauts fourneaux à un grand nombre de travaux autres que celui de la force motrice. Ce sont surtout les appareils à air chaud qui profiteront le plus des bénéfices de l'épuration, leur conductibilité devenant très bonne.

Enfin, on remarquera qu'avec le moteur à gaz, l'utilisation du calorique transformé en travail moteur sera quatre à cinq fois plus grande que par chaudière et machine à vapeur, comme il est dit dans mon mémoire, page 783, § 3; il y a donc là un grand progrès faisant époque.

§ 2. — Valeur du mètre cube de gaz de distillation de la houille, dit gaz d'éclairage, comparée au poids de houille qui l'a produit.

Il est bon de dire deux mots sur le gaz d'éclairage qui a eu une très grande célébrité jusqu'en 1880, époque où l'incandes-

cence électrique est venue lui faire une concurrence sérieuse. Dans mon mémoire il est dit au sujet de ce gaz (page 795, § 9) que très probablement le gaz d'éclairage ne doit encore sa grande puissance industrielle qu'à sa situation acquise, qui est celle d'exister, avec de grandes et très puissantes usines admirablement perfectionnées et montées, avec un capital amorti, avec des réserves de capitaux considérables et avec un personnel d'élite pour diriger ces usines. Mais si on remonte dans le passé, on voit qu'il fut un temps où les usines à gaz ne trouvaient pas la vente de leur coke et que certaines, comme celles de Paris, de 1850 à 1870, faisaient du coke métallurgique et du gaz d'éclairage dans les fours Pauwels et Dubochet *(Payen; tome II, page 827, planche XLVIII, 5e édition 1867).* Depuis cette époque, les fours Pauwels et Dubochet ont été perfectionnés par Knab, Carvès, Mallet, Solvay et Otto, et sont rentrés dans les types Coppée comme dispositions générales; ces fours, dits à sous-produits, ont pour but la production du coke métallurgique, avec extraction du goudron et des eaux ammoniacales, qui ultérieurement servent à la fabrication du sulfate d'ammoniaque. Le gaz des fours à sous-produits est brûlé par les mêmes fours qui l'engendrent, pour leur propre chauffage *(dans les batteries de fours à coke);* mais rien ne s'oppose à ce que ces mêmes fours soient chauffés au gaz des gazogènes et avec chaleur récupérée, comme les fours à gaz d'éclairage; *(du reste, M. le Docteur Otto a déjà construit des fours à coke et à sous-produits à chaleur récupérée, en Westphalie),* donc pouvant marcher avec un gaz quelconque de gazogène.

Le gaz des fours à coke métallurgique à sous-produits est moins éclairant que le gaz des cornues : son pouvoir n'est que de 0,800 en moyenne, le gaz dit au titre de Paris étant estimé à 1,000; c'est-à-dire qu'il donne le carcel-heure avec une dépense de $\frac{105\ l}{0,8} = 131$ à 135 *l*; quant à sa puissance calorifique elle est à + 15°, et à 760 de 4.980 calories au mètre cube, alors que celle du gaz au titre de Paris est estimée à 5.350 calories en moyenne.

Comme l'éclairage par incandescence par le gaz est indifférent à la puissance calorifique de ce gaz, pourvu que celle-ci soit supérieure à 1.500 calories au mètre cube *(tel est le gaz des bons gazogènes);* la dépense en mètre cube étant proportionnellement inverse à la puissance calorifique du gaz consommé, on en

dépense un plus grand volume, s'il est plùs pauvre. Mais si le gaz consommé est un sous-produit, on conçoit que son bon marché le fera préférer au gaz des cornues pour l'éclairage par incandescence Auer ou autres, si, à égalité de calories, il est moins cher.

D'un autre côté, comme le gaz des houilles dites à gaz, est carburé par un très grand nombre de procédés, pour lui donner le titre, qui, généralement, lui fait défaut ; soit par des schistes, des cannel coal, des huiles minérales, des résidus et goudron, par le benzole, etc., il importe donc peu que le gaz sortant des fours à coke métallurgiques, soit au titre de Paris, puisque l'on n'a que l'embarras du choix, pour lui donner le pouvoir qui lui fait défaut.

Le bon marché du gaz dit d'éclairage ou dit de ville, le rendra propre au chauffage domestique, où alors, il se substituera au charbon de bois, au coke et à l'anthracite ; de plus, il deviendra le combustible, par excellence, des moteurs à gaz de la force de 1 à 30 *ch (en puissance nominale)*, c'est ce qui fait que par la force des choses, le gaz d'éclairage deviendra le gaz de chauffage de l'avenir et sa prospérité ne fera que croître avec son bon marché, car la consommation de ce gaz pour le chauffage et la force motrice deviendra plus grande, que n'a jamais été celle réclamée anciennement par l'éclairage ordinaire avant 1880. A ces sources de consommation, s'ajoute encore celle de l'éclairage par incandescence, qui, aujourd'hui, dispute le terrain à l'incandescence électrique non sans un certain succès relatif.

Il résulte de tous les progrès réalisés depuis 1880 jusqu'à ce jour, que le gaz d'éclairage devient un gaz de chauffage, que son pouvoir éclairant n'est plus que secondaire et qu'il peut se produire dans les fours à coke métallurgiques ; que si le coke des cornues devient sans emploi, le coke des fours permettra l'établissement, dans les grandes villes *(qui, comme Paris, Rouen, Le Havre, Nantes, Bordeaux et Marseille peuvent recevoir par mer et les canaux des minerais de fer à bon marché)*, de hauts fourneaux, puisque ceux-ci pourront avoir sur place du coke et du minerai à bon marché, avec l'avantage d'un placement très facile de la fonte qu'ils produiront ; de plus, par le lavage et l'épuration de leur gaz, ils disposeront de 40,0/0 du calorique total qu'ils consommeront, pour la production de l'énergie électrique, par moteurs à gaz, qui elle aussi aura, dans les grandes villes, son placement assuré pour le transport de la force, pour

l'éclairage, pour la traction, pour l'électro-métallurgie, etc., etc.; d'où il suit que, dans un avenir très prochain, l'industrie du gaz d'éclairage subira une véritable transformation à son grand avantage, par la création de productions nouvelles qu'on n'aurait pu soupçonner il y a quelque temps.

Si on laisse de côté tous les frais de transformation de la houille en gaz combustible, soit la main-d'œuvre et les frais généraux *(intérêt du capital, amortissement, etc.)*, on trouve que la valeur du mètre cube de gaz à 0° et à 760 est la même que celle de 1 *kg* de cette houille. Ainsi, prenons Paris pour exemple, avec de la houille rendue aux fours à 20 *f* la tonne, on aura pour 1 *t* de houille *(dite à gaz)* distillée :

1° Eau d'humidité, 20 *kg* + de constitution, 80 *kg*, total	100 *kg*
2° Goudron dit brais gras	70
3° Gaz dit d'éclairage, 300 m^3, du poids de	190
4° Carbone fixe . . . 560 *kg* ; 5° Cendre . . . . . 80 *kg* } Coke	640
TOTAL	1 000 *kg*

a) Coke tout-venant consommé par des fours à chaleur récupérée, type de la Compagnie parisienne du gaz, au maximum	150 *kg*
b) Coke tout-venant pour la vente au même prix que la houille : 640 *kg* — 150 *kg* . . . . . . =	490 *kg*
c) Valeur du goudron, en argent, rapportée à celle de houille, soit $\frac{50\,f}{20\,f} \times 70\,kg$ . . . . =	175 *kg*
d) Valeur des eaux ammoniacales, le sulfate étant à 28 *f* les 100 *kg* : 8 *kg* × (0,28 *f* — 0,10) = 1,44 *f*. Valeur en houille $\frac{1\,000\,kg \times 1{,}44\,f}{20\,f}$ . . . =	72
e) Valeur totale des sous-produits en poids de houille	737 *kg*
f) Puissance calorifique du gaz à 0° et à 760 au mètre cube : 5 700 calories ; valeur en houille : $\frac{300\,m^3 \times 5\,700 \text{ calories}}{7\,000 \text{ calories}}$ . . . . =	244
g) Valeur calorifique totale en poids de la tonne de houille distillée	981 *kg*

h) Perte sur la valeur de la tonne distillée en poids
de houille 1 000 *kg* — 981 *kg* . . . . = 19 *kg*
soit 2 0/0.

Donc, suivant les cours des houilles, du coke, du goudron et du sulfate d'ammoniaque, à 2 0/0 près, 1 m^3 de gaz de distillation a la même valeur que 1 *kg* de la houille qui l'a produit et donc si la houille vaut 20 *f* la tonne ou 0,02 *f* le kilogramme, le mètre cube vaut également 0,02 *f*.

Malgré ces très séduisantes apparences, le gaz d'éclairage, dit de ville, coûte, en France, au moins 0,10 *f*, en Belgique 0,08 *f* et en Angleterre 0,06 *f*: mais, rendu chez le consommateur, ses plus bas prix de vente sont 0,15 *f*, 0,10 *f* et 0,08 *f*.

En donnant au mètre cube de gaz la même valeur calorifique pratique utilisable qu'à 1 *kg* de houille, on voit donc que si la houille est à 0,02 *f* le kilogramme et le gaz à 0,10 *f* le mètre cube, le chauffage par le gaz est encore cinq fois plus cher que le chauffage direct à la houille pour la production de la vapeur, ainsi que pour le chauffage au gaz des gazogènes, pour les fours métallurgiques et autres ; mais il n'en est pas de même pour les usages domestiques et la production de la force motrice par les petits moteurs à gaz, où le prix de 0,10 *f* peut être considéré relativement comme très bon marché ; puis si, d'un autre côté, par la fabrication du coke métallurgique, le gaz de distillation devient un sous-produit, il se trouvera déchargé d'une grande partie de ses frais de main-d'œuvre et généraux, il pourra alors devenir le gaz de chauffage des petites industries des grandes villes et de tous les usages domestiques en remplacement du charbon de bois.

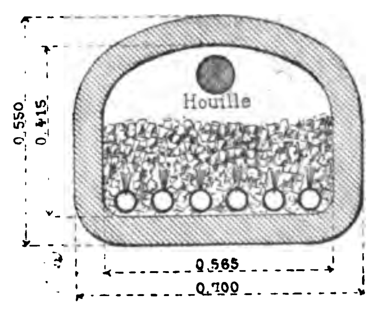
§ 3. — Gaz hydrogène et gaz à l'eau obtenus en cornues.

Vers 1856-1858, un inventeur français, M. Drumont, fit, à titre d'essai, l'éclairage par le gaz hydrogène et par l'incandescence d'une hélice, *(sorte de tire-bouchon en platine)* du passage du Saumon, à Paris, et ensuite l'éclairage de la ville de Narbonne, pendant quelques années. Seule, la maison Christofle, rue de Bondy, à Paris, pour la conservation de son argenterie, est restée éclairée au gaz hydrogène par incandescence jusqu'au moment où, vers 1882, elle put remplacer, par l'éclairage électrique, l'incandescence par le gaz.

En 1862, M. Trébouillet produisit aussi du gaz dit à l'eau, par le même procédé que M. Drumont, mais en chauffant plus fortement ses cornues ; le gaz Trébouillet était destiné à actionner les moteurs à gaz Lenoir, et malheureusement sans succès, car la dépense de gaz était trop considérable et les résistances passives du moteur absorbaient tout le travail produit ; de sorte qu'au gaz Trébouillet le moteur Lenoir ne pouvait marcher qu'à vide, ce qui, du reste, s'explique bien, puisqu'en gaz d'éclairage ce moteur consommait entre 2,5 m^3 et 3 m^3 de gaz par heure et par cheval effectif, au lieu de 0,6 m^3 consommés par les moteurs à gaz actuels; le rendement était donc $\frac{\frac{2,5\,m^3 + 3\,m^3}{2}}{0,6m^3} = 4$ fois 1/2 plus faible en moyenne ; de sorte qu'au gaz à l'eau à 2400 calories, le mètre cube en remplacement du gaz d'éclairage à 5300 calories à + 15°, le travail utile était nul en 1862, car il fallait 8 m^3 de ce gaz par cheval indiqué.

Ces gaz Drumont et Trébouillet étaient obtenus dans des fours à cornues semblables à celles employées à leur époque pour la production du gaz d'éclairage. Seulement, à la suite de ces fours, il y avait une chaudière à vapeur marchant sous la faible pression de 0,01 *kg* ou de 1,01 *atm* et un surchauffeur pouvant surchauffer la vapeur engendrée à 101°, à 160° et à 180° ; naturellement, les flammes perdues du four étaient utilisées à la production de la vapeur et à sa surchauffe.

Fig. 1.



Ainsi que le fait voir la figure 1 ci-contre, les cornues renfermaient des tuyaux en fer de 4 à 5 *cm* de diamètre, percés d'un très grand nombre de petits trous de 2 *mm* de diamètre pour bien distribuer la vapeur surchauffée dans toute l'étendue des cornues ; cet ensemble de tuyaux formait des serpentins ; bien entendu, il y avait tous les moyens de réglage et d'alimentation que l'on trouve avec les chaudières à vapeur.

Les cornues étaient chargées de charbon de bois, pour n'avoir pas à faire l'épuration du gaz produit, car les sulfures du coke l'aurait imposée, comme pour le gaz d'éclairage. Ces cornues

étaient chauffées de la même façon et à même température que celles du gaz d'éclairage par M. Trébouillet; elles donnaient beaucoup d'oxyde de carbone; celles de M. Drumont l'étaient beaucoup moins, aussi produisaient-elles beaucoup d'acide carbonique nécessitant l'épuration à la chaux qui arrivait à coûter 0,026 *f* par mètre cube de gaz brut.

Le gaz Trébouillet coûtait le mètre cube pris à 0° et à 760, 0,06 *f* au coke et 0,08 *f* au charbon de bois; le gaz Drumont épuré à la chaux revenait au coke à 0,12 *f* et au charbon de bois à 0,15 *f*, Comme le pouvoir éclairant de ces gaz est nul et que leur puissance calorique varie entre 2 300 et 2 600 calories au mètre cube, soit donc la moitié de celle du gaz d'éclairage le plus ordinaire, on voit qu'à égalité de calorique contenu, ils coûtent depuis 0,06 $f \times 2 = 0{,}12\ f$ jusqu'à 0,15 $f \times 2 = 0{,}30\ f$ au gazomètre, soit une fois un quart à trois fois plus cher que le gaz courant d'éclairage, aussi ont-ils complètement disparu depuis 1882.

Comme on peut le voir dans mon mémoire, le gaz à l'eau obtenu (page 799, § 11), à la température intérieure des cornues de 5 à 600° a pour expression la formule :

$$C + 2HO = CO^2 + 2H.$$

C'est le gaz Drumont de Narbonne, dont ci-dessous la composition avant et après l'épuration à la chaux :

Désignation des composants	Gaz brut avant lavage et épuration — Volume	Gaz lavé et épuré à la chaux — Volume
CO^2	46,09 (1)	0,00
CO	7,46	15,50
H	45,88	83,33
AZ	0,57	1,17
Total en volume. . .	100,00	100,00

Quant au gaz Trébouillet obtenu à des températures intérieures variant entre 800° et 900° sa formule de production est :

$$C + HO = CO + H$$

(1) Ou 0,4609 m^3 réclamant à 0° et à 760 par mètre cube de gaz 1,160 *kg* de chaux (CaO) théorique pour être absorbé; soit, en pratique, 1,160 *kg* + 0,116 *kg* = 1,276 *kg* à 1,300 *kg* de chaux du commerce.

sa composition moyenne, produit au charbon de bois était :

CO^2	5,25
CO.	44,35
H	49,65
AZ.	0,75
Total, en volume . .	100,00

On remarquera que pour avoir 550° dans les cornues, le four doit être chauffé entre 800° et 900° et que, pour avoir 800° dans les cornues, le four doit être chauffé au blanc à 1 400° au moins.

§ 4. — Gaz mixte de distillation de houille à gaz et à l'eau.

Vers 1885, on pouvait voir dans divers journaux industriels et bulletins, une disposition de four à cornues semblable à celle représentée *fig. 1*. Il n'y avait de différence que dans sa marche, car au lieu de charger les cornues de charbon de bois ou de coke, on les chargeait de houille, sur le serpentin on plaçait une feuille de tôle mobile de toute la longueur de la cornue : cette tôle était percée comme un crible d'une multitude de petits trous de 3 à 4 *mm* de diamètre, elle servait à protéger le serpentin du contact de la houille en laissant passer un filet de vapeur surchauffée et quand cette tôle était graphitée on la remplacait par une autre pour la nettoyer.

La houille étant chargée, comme dans les cornues ordinaires, dans un four très fortement chauffé *(au blanc éblouissant)*, recevait une très petite quantité de vapeur pour s'opposer à l'encrassement des trous du serpentin et de la tôle protectrice, la distillation se faisait comme à l'ordinaire en donnant un gaz dont le pouvoir éclairant se trouvait un peu diminué et quand la distillation *(au bout de quatre heures)* était terminée, on donnait la vapeur surchauffée en grand pour transformer en gaz à l'eau CO et H, la moitié du coke obtenu : comme 1 *kg* de coke donne 3 m^3 de gaz à l'eau, on obtenait donc au total, par tonne de houille :

1° En gaz d'éclairage	300 m^3
2° En gaz à l'eau : $3m^3 \times \frac{660\ kg}{2} =$	990 m^3
Soit un total de	1 290 m^3

et 333 *kg* de coke étaient déchargés des cornues pour leur chauffage en passant par un gazogène, le four étant chauffé au gaz avec chaleur récupérée.

Depuis dix ans il n'est plus question de cette très ingénieuse production de gaz mixte, qui, cependant, bien perfectionnée, pourrait devenir dans l'avenir un bon procédé pratique de fabrication de gaz riche de chauffage puisqu'il peut arriver à 3 300 calories après épuration, ramené à 0° et à 760 (1).

§ 5. — Gaz mixte complet de chauffage de houilles diverses mélangées.

Depuis quelque temps, certains esprits se demandent, non sans raisons, ce que doivent devenir, dans quelque vingt-cinq à trente ans, les usines à gaz d'éclairage, alors que, dans les localités où la production du coke métallurgique sera impossible, l'éclairage électrique aura chassé ce gaz de ses derniers retranchements. Ce qui arrivera probablement est ceci :

Les houilles à coke métallurgique et à gaz d'éclairage à grand pouvoir éclairant devenant de plus en plus rares, il y aurait donc intérêt à faire des mélanges de menus anthraciteux, de prix de plus en plus bas, avec des menus et poussiers de houilles flénues gazeuses, à faible pouvoir éclairant, mais assez collantes pour former avec les menus et poussiers secs *(anthraciteux)* un coke ayant assez de tenue en cornues pour permettre la production du gaz à l'eau ; c'est-à-dire assez poreux pour se laisser bien traverser par la vapeur surchauffée.

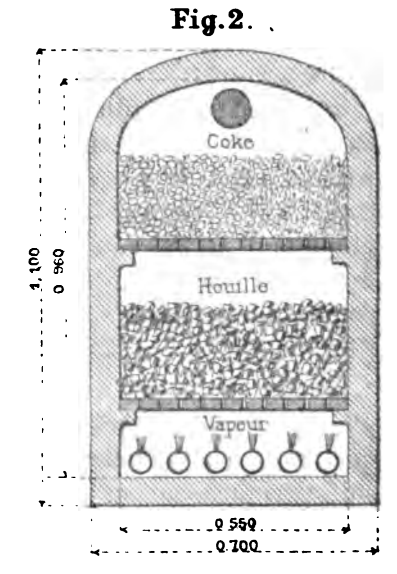
D'un autre côté, il y aura lieu de renoncer à la production du goudron afin d'augmenter le rendement en volume du gaz et cela en débarrassant les usines des frais coûteux d'épuration d'un combustible donnant peu de sous-produits autres que l'ammoniaque, que la fabrication du gaz à l'eau peut porter de 8 *kg* de sulfate à 18 *kg* par tonne de poussiers mélangés *(2/3 anthraciteux et 1/3 flénu)*.

On a déjà construit de grandes cornues, comme celle ci-contre *(fig. 2)*, pour le recuit des métaux, aux établissements militaires de Bourges, deux en 1887 et, dans ces derniers temps, deux à

(1) 1 000 *kg* de houille à 7 500 calories = 7 500 000 calories,
et 1 290 m^3 × 3 300 calories = 4 257 000 calories,
l'utilisation thermique est donc de $\frac{4\,257\,000 \text{ calories}}{7\,500\,000 \text{ calories}} = \frac{56}{100}$ ou 56 %.

Anzin; en 1883 on en construisit trois à Fumay *(Ardennes)* pour l'émaillage de la fonte à la température intérieure du rouge cerise, comme pour le recuit des métaux : pour obtenir cette température, l'extérieur est chauffé au blanc éblouissant soit à 1 450° environ. Ces cornues *(fig. 2)* sont composées d'un grand nombre de pièces à emboîtement [1] comme certains fours à coke, mais comme elles sont bien nervurées, après cinq ans de service on peut constater qu'elles ne sont pas disloquées sensiblement; de sorte qu'on peut estimer leur durée à cinq ans. Les fours ne renferment que deux ou trois cornues de ce type, elles ont de 4 à 5 *m* de longueur. Ces cornues sont chauffées au gaz avec chaleur récupérée, soit à l'air chaud à 800° environ : elles reçoivent donc la plus haute température qu'il soit possible de leur donner sans les altérer.

Fig. 2.



Pour en faire des cornues à gaz mixte complet, on n'a qu'à les diviser en trois compartiments; dans le premier se trouvera le serpentin fournissant la vapeur surchauffée, dans le second, on chargera la houille à distiller et dans le troisième on chargera le coke. Les deux cloisons mobiles séparatives pourront se faire en tôle perforée, ou mieux en panneaux en terre réfractaire de qualité supérieure.

La marche de la distillation et de la gazéification sera celle-ci :

1° Le four étant chauffé au blanc on laisse filer un peu de vapeur surchauffée pour s'opposer à l'encrassement des trous lui donnant passage;

2° On charge le compartiment supérieur de coke venant de la distillation précédente et on ferme la porte ou tampon de ce compartiment, comme pour un four d'éclairage ;

3° On charge de houille, comme une cornue ordinaire, le compartiment du milieu, puis on le ferme comme celui du haut et la distillation commence;

(1) En terre cuite réfractaire de première qualité.

4° Les gaz et les vapeurs de goudron sont obligés de traverser le coke au rouge vif (1 000°) du compartiment supérieur, à cette température, il se fait un dépôt de carbone sur le coke, car le gaz ainsi épuré ne renferme plus que H et C^2H^4 *(formulés en équivalent)*, donc le coke se graphite par la dissociation des hydrocarbures;

5° Quand la distillation de la houille est terminée, on donne en grand la vapeur surchauffée qui, traversant le coke formé, passe à l'état de gaz à l'eau, puis achève sa décomposition en traversant le compartiment supérieur chargé de coke en le dégraphitant partiellement; mais comme on ne peut jamais faire de gaz à l'eau sans production de CO^2, ce gaz en traversant le compartiment supérieur, dégraphite aussi le coke en passant à l'état de $CO^2 + C = 2CO$, soit d'oxyde de carbone.

Comme on le voit, on obtient un gaz à l'eau riche et épuré physiquement : ce qui ne peut dispenser de l'épuration chimique, si le gaz doit être débarrassé de ses produits sulfureux et sulfhydriques, car on ne peut s'opposer à leur formation, vu que les 9/10 du soufre des pyrites qui renferment les houilles passent dans les cornues comme dans les gazogènes à l'état HS. Mais le gaz hydrogène C^4H^4 perd la moitié de son carbone et si la température intérieure des cornues pouvait être portée à 1 500°, il en perdrait la totalité : quant aux vapeurs de goudron, comme tous leurs dérivés, elles sont décomposées en totalité avec dépôt de carbone, appelé en pratique graphitage; le produit gazeux de cette décomposition est un mélange de H et de C^2H^4 à 1000°.

Il est donc probable que, dans l'avenir, on transformera en gaz mixte épuré physiquement, la totalité de certains mélanges de poussiers de houilles maigres, si abondants aujourd'hui, qui, additionnés de 1/3 à 1/4 de houille légère longues flammes *(dites flénues)*, également en poussiers, pourront se traiter comme nous venons de le voir. Bien entendu, le chauffage de ces fours réclamera comme plus haut (§ 4) la moitié du coke produit; quant au volume du gaz obtenu, il sera augmenté de 5 0/0 environ des quantités que nous avons trouvées au § 4, déjà cité, puisqu'il y aura ici à ajouter le gaz donné par le goudron (1) mais le pouvoir éclairant de ce gaz sera nul pratiquement et son pou-

(1) Le goudron de houille chauffé en vase clos donne : 1° un tiers de son poids environ de vapeur d'huile brute qui se condense dans les réfrigérants; 2° un tiers de gaz C^mH^n divers et 3° un tiers de coke quand graduellement l'intérieur du vase clos *(cornue ou marmite)* est porté au rouge vif, 1 000° environ.

voir calorifique sera un peu plus faible que celui trouvé § 4 : on peut l'estimer à 3150 calories au mètre cube ramené à 0° et à 760.

Il est facile de comprendre que, si la distribution de gaz chargé de 30 à 45 0/0 en volume de gaz oxyde de carbone est autorisée en France comme en Amérique, principalement pour le chauffage domestique, la force motrice, la petite métallurgie et autres industries, dans les grandes villes comme pour l'éclairage par incandescence qui résistera encore longtemps à l'éclairage électrique, la fabrication du gax mixte de houille aura une tendance à se substituer à l'ancien gaz d'éclairage, car son bon marché lui fera chasser les éclairages à l'huile et au pétrole de beaucoup de leurs emplois actuels, ainsi que la houille, le coke et le charbon de bois des leurs, pour le chauffage domestique. Ce qui débarrassera les usines à gaz du classement de leur coke, de sa vente et de son transport; d'un autre côté, le consommateur trouvera sous la main tous les moyens les plus propres, les plus confortables et les plus économiques de chauffage variés; car il n'aura plus qu'à faire jouer un robinet à gaz et il sera enfin débarrassé du transport du combustible solide, de sa suie et sa cendre dans ses appartements.

§ 6. — Observations générales sur la production et l'emploi du gaz.

Certaines personnes critiquent l'emploi du gaz pour des chauffages de jour seulement, ou pour l'alimentation des moteurs à gaz, ne marchant que 5, 6, 8, 10 et 12 heures sur 24 *(le jour)*.

Ici il est bon de dire que, si un chauffage est de très courte durée, plus ou moins répété dans la journée ou même ne se produisant que 2 à 3 fois par semaine, pendant une heure ou deux, le chauffage ne peut se faire qu'avec un gaz très riche, comme celui de l'éclairage ou le gaz à l'eau renfermé dans un grand gazomètre *(appareil coûteux)*, si on a besoin de hautes températures et s'il y a réellement des raisons industrielles et pratiques, pour faire préférer le chauffage par le gaz, au chauffage par les combustibles solides brûlés sur une grille (1).

(1) On entend souvent dire, que tel ou tel système de production de gaz est plus recommandable, que certains générateurs de gaz, vu sa grande simplicité; le bon marché étant secondaire pour les petites consommations : mais on oublie lorsqu'on recherche la simplicité de système avant tout, que le mieux est de prendre le gaz d'éclairage dit de ville, qui se trouve à la porte du consommateur, qui n'a plus alors qu'à faire jouer un robinet.

Le chauffage irrégulier et de courte durée ne peut pas se faire au gaz, s'il réclame la récupération pour obtenir de très hautes températures, car il faut souvent plus de 24 heures de chauffe pour qu'un four soit à bonne température de fusion des métaux, cuivre, fonte de fer, acier, etc., ou d'emploi quelconque.

Or, si l'opération *(fusion par exemple)* ne doit durer que deux heures et même moins, il serait absurde de chauffer 24, 30 et 36 heures un four, à cet effet, puis de le laisser se refroidir, en perdant tout le calorique accumulé dans son laboratoire et dans ses récupérateurs-accumulateurs représentant dix fois la consommation réellement utile.

Pour les moteurs à gaz de grande puissance, les gazogènes présentent un grand intérêt, car s'ils sont bien établis et bien entretenus, ils peuvent être au repos pendant 12, 18, 24, 36 et 48 heures et reprendre après leur pleine activité en 20, 40 minutes, 1 heure et 2 heures au plus (1). Comme leurs gazomètres ne sont que des régulateurs, la perte du mauvais gaz est de courte durée. Pour un moteur qui marche 10 heures par jour, la perte du mauvais gaz peut être estimée à 1 heure au plus, donc cette perte peut être évaluée à 10 0/0 ; elle est la même que celle des chaudières à vapeur qui doivent être remises en feu et en activité tous les matins avant de prendre leur service quotidien.

Mais, pour l'emploi du gaz de distillation en cornues, quel que soit le système employé et le combustible distillé, les plus grandes difficultés se présentent dès que la consommation n'est pas constante comme la production : car un four à 3, 5, 7 et 9 cornues horizontales ou à 12, 16 ou 20 cornues verticales, ne peut s'arrêter tous les soirs, comme une chaudière ou un gazogène, attendu qu'il faut le chauffer 4, 6, 12 et 24 heures pour le porter à température d'emploi, ou alors on est obligé de le tenir au rouge la nuit entière : ce qui réclame généralement une consommation de combustible égale à la moitié de la consommation utile de la chauffe de jour ; dans ce cas, la perte sur le chauffage est donc de 50 0/0, puisque, si la consommation utile de jour est de 2000 *kg* de houille par exemple, l'entretien à température minima, pour la nuit, est de 1 000 *kg*. C'est ce que j'ai constaté à Baccarat, en 1880, sur un four à réchauffer au gaz de bois de gazogène (2).

(1) Il arrive souvent qu'après dix jours et même douze jours d'arrêt, en soufflant pendant deux heures, on remet en pleine activité un gazogène au coke.

(2) Ce four avait deux gazogènes, l'un au bois pour la marche de jour et l'autre à la houille pour la chauffe de nuit.

Comme il est très difficile d'avoir une marche intermittente avec les fours à cornues, on fait leur installation avec un grand et très coûteux gazomètre qui doit pouvoir emmagasiner la production de 12, 14 et 15 heures de marche; car, par exemple, si le travail de l'usine est de 10 heures par jour, les cornues distillant jour et nuit doivent avoir un gazomètre pouvant recevoir pendant 14 heures le gaz qu'elles produisent continuellement. Ainsi, si un moteur de la force de 200 *ch* consomme 100 m^3 de gaz par heure, s'il marche 10 heures il réclame 1 000 m^3 par jour, mais les cornues ne doivent produire que $\frac{1000\ m^3}{24\ \text{heures}} = 42\ m^3$ par heure ; de sorte que le gazomètre doit être d'une capacité minima de $42\ m^3 \times 14 = 588$ à 600 m^3.

Si c'est du gaz à l'eau qu'il faut produire d'un pouvoir calorifique à moitié de celui d'éclairage, soit du gaz à 2 500 ou 3 000 calories au maximum, pour 100 *ch*, c'est un gazogène de 1 000 m^3 qui devient indispensable : ou alors il faut subir une perte de 35 0/0 au moins de combustible pour tenir les appareils à bonne température d'emploi, pour la mise en activité à la reprise du travail tous les matins. Avec certaines cornues, la perte dépasse 50 0/0 principalement pour les grandes et puissantes installations.

On voit donc que, pour tous les cas de température modérées en chauffage, soit 800 à 1.100°, ainsi que pour l'alimentation des moteurs à gaz, c'est encore le bon gazogène qui doit être préféré, puisque sa perte due à l'intermittence ne saurait dépasser 5 à 10 0/0, même pour 14 heures d'arrêt par jour.

Quant au prix total d'installation, c'est encore celle d'un gazogène qui est la plus économique, pour un même combustible employé et consommé pour une même application ; car les dépenses pour immobilisation, accessoires, pour laveur, épurateurs, etc., ne sont pas spéciales au gazogène, *mais, bien au contraire, au combustible consommé qui, donnant des suies, goudron, etc.*, réclame l'épuration physique ou chimique et, plus souvent, les deux à la fois : de sorte qu'on ne doit pas dire que tel ou tel système de conversion de combustibles, solides en gaz combustibles, est meilleur marché que tel autre, si cet autre, en employant un autre combustible, peut se passer d'appareils d'épuration qui lui sont inutiles. Car, si ce dernier combustible, qui ne réclame pas l'épuration, se paie deux à trois fois plus cher que le premier, la perte d'argent, sous de trompeuses apparences de bon mar-

ché d'installation, coûte alors plus de 100 0/0 plus cher sur la marche quotidienne.

Enfin, pour les grandes consommations, il faut encore compter avec la valeur des sous-produits, ainsi que je l'ai fait voir, dans mon mémoire de mai dernier, pages 813 à 822, § 19, aussi bien pour la houille que pour la tourbe et principalement pour le bois ainsi qu'Ebelmen le recommandait fortement en 1845, chose que j'ai signalée en 1878, dans mon ouvrage sur les Combustibles et le chauffage par les gaz, dans les paragraphes consacrés au bois, pages 73 à 84, § 44 à 59, chapitre VI.

§ 7. — **Les gaz de la distillation ne suffisent pas toujours à la produire et réclament quelquefois une addition d'autres combustibles comme le bois.**

1° Les fours à coke se suffisent largement à eux-mêmes, même en cédant leurs sous-produits et quand ceux-ci ne sont pas recueillis, leurs flammes perdues donnent 6 à 8 *ch* par four, produisant par jour 2 500 *kg* de coke avec 3 400 à 3 700 *kg* de houille.

2° Les fours à gaz d'éclairage donnent à la distillation :

a) Mètres cubes de gaz à 0° et à 760 par tonne de houille 300 m^3;

b) Pouvoir calorifique de ce gaz à 0° et à 760 au m^3 5 760 calories;

c) Puissance calorifique totale du gaz; 300 $m^3 \times$ 5 760 calories = 1 728 000 calories;

d) Coke brûlé pour cette distillation dans les gazogènes des fours à chaleur récupérée, par tonne 150 *kg;*

e) Calorique réclamé par la distillation d'une tonne de houille 150 *kg* $\times$ 6 000 calories = 900 000 calories;

f) Quantité de calorique en excès contenu dans le gaz :

$$\frac{(1\,728\,000 \text{ calories} - 900\,000 \text{ calories}) \times 100}{1\,728\,000 \text{ calories}} = 44{,}0/0.$$

3° Les fours à distiller le bois pour la production du charbon de bois et des produits chimiques du bois donnent par tonne de bois :

a) Mètres cubes de gaz à 0° et à 760 par tonne 334 m^3;

b) Pouvoir calorifique de ce gaz à 0° et à 760 par tonne 3 283 calories;

c) Puissance calorifique totale du gaz 334 $m^3 \times$ 3 283 calories = 996 522 calories;

d) Houille brûlée pour la distillation d'une tonne; en moyenne, 150 *kg* : calorique 150 *kg* $\times$ 7 000 calories = 1 050 000 calories;

e) Le gaz produit par la carbonisation et la distillation est insuffisant pour le chauffage des cornues, il est en défaut de 1 050 000 calories — 996 522 calories = 53 478 calories, soit de 5,0/0.

La conclusion à tirer de ces deux cas de production de gaz combustibles, c'est que la houille se suffit à elle-même, pour se distiller en cornues, en donnant 44,0/0 de gaz excès, pour tous les usages industriels réclamant du gaz de chauffage, ou en donnant tout son gaz, et en brûlant 150 *kg* de coke sur les 650 *kg* produits; soit donc 23,0/0 du coke obtenu; donc en laissant 650 *kg* — 150 = 500 *kg* de coke pour la vente, soit 50,0/0 du poids de la houille distillée. Tandis que le bois peut à peine suffire à sa distillation par le gaz qu'il donne, et si on brûlait son charbon pour chauffer ses cornues distillatoires, on en consommerait 150 *kg* sur 235 *kg*, et il n'en resterait plus que $\frac{(235\ kg - 150\ kg) \times 100}{235\ kg}$ = 36,0/0, pour la vente, soit un peu plus d'un tiers; c'est ce qui fait que la carbonisation industrielle du bois n'est possible que par l'utilisation de ses sous-produits.

D'où il suit que la supériorité des gazogènes au coke, à l'anthracite, à la houille maigre et à la houille sèche longue flammes, au lignite, à la tourbe et au bois, est due à ce que tous ces combustibles se suffisent à eux-mêmes dans leurs gazogènes.

Les gazogènes marchant avec les combustibles les plus riches, comme le coke, l'anthracite et les houilles de première qualité, ne rendent encore en bonne moyenne pratique, avec des appareils parfaits, que 80,0/0; d'où il suit, que le gaz d'une tonne (1.000 *kg*), ne vaut que 800 *kg* du combustible solide qui l'a produit. Tandis que les combustibles inférieurs lignites, tourbes et bois, arrivent à des rendements de 95 à 98 0/0. C'est donc aux gazogènes qu'il faut utiliser ces derniers combustibles, quand on se trouve dans un pays où ils sont à bon marché.

CHRONIQUE

N° 234

Sommaire. — Appareils mécaniques pour le chauffage des chaudières. — Étude expérimentale des ponts métalliques *(suite et fin)*. — Exploitation du soufre dans le sud de l'Espagne. — Le combustible liquide en Russie. — Un blocus de neige dans les Montagnes Rocheuses. — Traction électrique et traction par câble.

Appareils mécaniques pour le chauffage des chaudières. — Nous trouvons dans l'*Engineering Record* le résumé d'expériences faites par M. Georges H. Barrus, Ingénieur bien connu aux États-Unis, sur une installation de quatre chaudières verticales Corliss, aux Tremont and Suffolk Mills, à Lowell, Mass.

L'objet de ces expériences était de faire constater si on pouvait réaliser une économie de 10 0/0 sur le combustible par la substitution du chauffage mécanique au chauffage à bras d'hommes et accessoirement quelle était la dépense de vapeur nécessaire pour faire mouvoir les appareils mécaniques de chauffage.

Chaque chaudière se composait d'un corps cylindrique de 2,14 *m* de diamètre contenant 268 tubes de 57 *mm* de diamètre et 3,97 *m* de longueur placé sur une boîte à feu de 1,95 *m* de côté et 1,50 *m* de hauteur. La surface totale de grille était, pour les quatre chaudières. de 13,34 m^2 la surface de chauffe en contact avec l'eau de 543,86 *m* et la surface de chauffe en contact avec la vapeur de 194,83 m^2.

Dans trois chaudières, les intervalles des barreaux de grille étaient de 15 *mm*, donnant un vide de 40 0/0 de la surface, tandis que dans la quatrième, ce vide atteignait la proportion de 50 0/0. L'air nécessaire au tirage était fourni par un ventilateur Sturtevant, actionné par une machine à régulateur automatique. La vapeur employée par cette machine et par les quatre moteurs actionnant les appareils de chauffage était mesurée par un orifice calibré pratiqué dans la conduite de vapeur. Des manomètres placés avant et après l'orifice donnaient la charge en vertu de laquelle la vapeur s'écoulait. On a trouvé ainsi que les cinq machines consommaient ensemble 144 *kg* de vapeur par heure. Cette quantité représente très sensiblement 1,9 0/0 de la vapeur fournie par les quatre chaudières.

Les essais ont porté sur le pouvoir de vaporisation des chaudières; ils ont été faits d'après les méthodes généralement employées par M. Barrus qui est un spécialiste dans la matière.

L'eau était jaugée et introduite dans les chaudières par un tuyau spécial pour chacun. Pendant les essais avec le chauffage manuel, on a employé les chauffeurs ordinaires de l'usine sous la direction du mécanicien en chef de celle-ci. Les feux ont été maintenus à une épaisseur de 0,30 à 0,37 *m* et surveillés constamment. Pendant les essais avec le chauffage mécanique, la conduite était confiée au personnel de l'usine sous la surveillance du représentant des fournisseurs des appareils. Les feux étaient maintenus à une épaisseur de 37 à 50 *cm* au centre et 25 à

30 *cm* sur les côtés. Le tirage maximum a été de 90 *mm* et le minimum de 45 *mm* de hauteur d'eau. Les deux essais ont duré 12 heures chacun et la marche des chaudières a été suspendue pendant une heure, à midi.

Dans l'essai du chauffage mécanique, une analyse des gaz a été faite avec l'appareil Orsat; on a constaté les résultats suivants : acide carbonique, 11,65 0/0; oxygène, 7,9 0/0; oxyde de carbone, 0,15 0/0 et azote obtenu par différence, 80,3 0/0.

D'après ces chiffres, on a employé 20,3 *kg* d'air par kilogramme de carbone et on a obtenu 21,3 *kg* de gaz secs. Si on admet que la proportion du carbone dans le combustible était de 89 0/0 et celle de l'hydrogène 4, on trouve que 80,9 0/0 de calorique ont été utilisés pour la vaporisation; 11,3 0/0 entraînés par les gaz chauds; 2,8 0/0 perdus à évaporer l'eau du combustible et celle qui provenait de la combustion de l'hydrogène; 0,8 0/0 par l'oxyde de carbone non brûlé et 4,6 0/0 par le rayonnement, la fumée, les cendres, etc.

La vaporisation par kilogramme de combustible sec a été, pour le chauffage manuel de 10,17 d'eau à 100° C. transformés en vapeur à 100°. Si on tient compte de la quantité employée pour faire marcher les appareils auxiliaires, la vaporisation par kilogramme de combustible sec ressort à 11,79 *kg* de vapeur et à 100° C. Ce chiffre correspond à un accroissement de 15,9 0/0 par rapport au chauffage manuel, ce qui représente plus de une fois et demie le chiffre garanti. Voici, du reste, les données et résultats des expériences :

	Chauffage manuel.	Chauffage mécanique.
Nature du charbon	New River	New River
Humidité 0/0	3,5	0,7
Durée de l'essai . . . heures	10	10,6
Cendres 0/0 . . . *kg*	5,9	6,5
Charbon brûlé par heure et par mètre carré de grille . . . *kg*	100	»
Chevaux correspondants à 13,6 *kg* de vapeur	811,2	749,4
Vaporisation par mètre carré de surface de chauffe et par heure	20,5	19,0
Pression moyenne aux chaudières	7,85	7,66
Température moyenne de l'eau d'alimentation	18,9° C	6,90
— — des gaz à la sortie	232° C	209
Tirage moyen en millimètres d'eau	10,6	5,1
Surchauffe en degrés centigrades	29° C	18,8
Calories par kilogramme de charbon	»	3 636
— — de combustible	»	3 839
Vaporisation par kilogramme de charbon	10,17	11,97
— — de combustible sec	10,82	12,80
Rendement en centièmes	»	80,5
Économie obtenue avec le chauffage mécanique	»	11,79
— — en tenant compte de la vapeur employée pour le fonctionnement des appareils	»	15.9

Étude expérimentale des ponts métalliques *(suite et fin)*. — Nous avons, dans les Chroniques d'avril et mai, pages 626 et 869, donné un résumé d'une communication faite à l'Institut Royal des Ingénieurs Néerlandais, sur les tensions dans les ponts métalliques et les moyens de les mesurer et d'une discussion amenée par cette communication.

Pour terminer avec ce sujet, nous croyons devoir emprunter encore aux *Annales des Travaux Publics de Belgique*, d'intéressants renseignements sur les mêmes questions, provenant d'un rapport du Conseil de surveillance des chemins de fer pour l'année 1897, renseignements qui montrent l'importance considérable que l'Administration néerlandaise attache à l'entretien des ponts métalliques. Depuis plusieurs années, en effet, comme on sait, un service spécial est chargé du contrôle régulier de la résistance des tabliers des ponts de chemins de fer et, dans cette tâche, il s'aide avant tout de la méthode expérimentale.

Pendant la campagne de 1896, les essais ont porté notamment sur les ponts de Moerdijk sur le Hollandsch Diep et de Bommel sur le Wahal.

Au pont de Moerdijk, les expériences ont montré que les maîtresses poutres offrent une résistance suffisante pour le trafic des trains réguliers, mais que l'on ne pourrait permettre le passage de charges très lourdes, celui des canons, par exemple, à moins de renforcer une diagonale et d'ajouter deux contre-diagonales dans chaque panneau des treillis.

La visite du tablier a fait reconnaître l'existence de nombreuses cassures dans les cornières d'assemblage qui réunissent les longrines aux entretoises.

On a attribué ces cassures, d'une part, au profil trop faible des cornières, d'autre part, aux actions exercées par le contreventement horizontal dont les diagonales sont fixées aux longrines.

La solidarité de ces pièces a pour effet de faire participer, dans une certaine mesure, les longrines aux allongements des lisses des maîtresses poutres. Les tensions ainsi produites dans les longrines sont encore augmentées par les flexions que prennent fréquemment les entretoises dans le sens horizontal.

D'après le projet de consolidation qui a été élaboré, les entretoises doivent être renforcées par l'addition de plats sur les semelles supérieures et inférieures, et la solidarité entre les longrines et les barres de contreventement sera supprimée.

Au pont de Bommel, les essais ont amené, en ce qui concerne les treillis des poutres principales, aux mêmes conclusions qu'au pont de Moerdijk. Dans les deux ouvrages, l'étude expérimentale du mode de fonctionnement des entretoises a donné les résultats qui ont été rapportés plus haut (Voir Chronique d'avril, page 627).

Parmi les ouvrages essayés en 1897, sont particulièrement à signaler : les ponts de Ruremonde sur la Meuse, de Rotterdam sur le Koningshaven et de Liempde, sur le Dommel.

A la suite d'une visite antérieure du port de Ruremonde, des modifications avaient été apportées à l'une des quatre travées. Les nou-

velles épreuves ont eu pour but de démontrer l'effet des modifications produites. Les résultats furent les suivants :

Le renforcement des entretoises, obtenu par l'addition de plats sur semelles supérieures et inférieures, n'exerce pas d'influence marquée sur les flexions latérales des barres de treillis des poutres.

D'autre part, en réunissant par des entretoisements les barres extérieures et intérieures des diagonales de la partie centrale du pont, en renforçant une série de diagonales et en ajoutant une suite de nouvelles contre-diagonales, on a réduit dans une très forte mesure les fatigues des diagonales.

Au pont de Rotterdam sur le Koningshaven, on a reconnu que, dans les deux travées fixées, un grand nombre de cornières des semelles des longrines étaient fendues, les unes totalement, les autres en partie. Afin d'écarter tout danger d'accident, la pose de la voie a été modifiée de manière à décharger entièrement les longrines. On s'occupe actuellement des transformations définitives à apporter au tablier.

L'expérience a montré que les fatigues des longrines sont particulièrement élevées dans les panneaux extrêmes par suite de flexions latérales.

Les longrines du pont de Rotterdam sont en acier. Aussi la découverte de ces ruptures a-t-elle fait naître quelque défiance envers ce métal. Plusieurs ponts, dont les entretoises et longrines sont également en acier, ont été visités et soumis aux essais.

Au pont de Liempde, les maitresses poutres sont du système Pauli. Des fatigues très fortes ont été observées dans les panneaux extrêmes des lisses. On a reconnu qu'elles provenaient d'une excentricité des attaches. Au lieu de venir se croiser sur la verticale de l'appui comme le prévoyait le projet, les axes des lisses se coupent à une certaine distance au delà.

A la fin de la campagne de 1897, le service du contrôle des ponts métalliques a été doté d'une trentaine d'appareils perfectionnés. Nous avons donné plus haut la description de ces instruments (Voir Chronique d'avril, page 628). Actuellement, le service dispose de 80 appareils indicateurs de tension du genre Manet (1).

Un nouveau perfectionnement de ces instruments est actuellement à l'étude. On sait que les appareils français du type Rabut n'enregistrent pas les tensions mais ne font que les indiquer.

Les appareils néerlandais du type actuel enregistrent la fatigue *maxima* que produit dans une pièce le passage d'un train. C'est un perfectionnement au point de vue de la facilité des lectures, mais il n'est pas suffisant.

En effet, les tensions mesurées dans les divers appareils peuvent ne pas correspondre à une même position du train en marche, ce qui rend les indications difficilement comparables.

L'idéal serait de pouvoir enregistrer d'une manière continue à chaque appareil la fatigue produite à chaque instant par la charge. Un repérage

(1) L'Administration des Ponts et Chaussées belge en possède 24 du type Manet-Rabut.

facile à faire permettrait de reconnaître la position du train correspondant à chaque tension mesurée.

Ce problème est résolu pour la mesure des flèches par l'enregistreur du système Richard-Rabut.

L'appareil imaginé par les Ingénieurs néerlandais pour l'enregistrement des tensions est basé sur le même principe.

Les indications de l'instrument sont reçues sur une bande de papier enroulée autour d'un cylindre animé d'un mouvement de rotation régulier. Les quatre indicateurs de tension, montés sur les quatre bords d'une pièce dans une même section, sont disposées de telle sorte que le mouvement de rotation est donné aux quatre cylindres enregistreurs par le même mouvement d'horlogerie.

Ces nouveaux appareils sont en exécution. Les essais préliminaires ont, parait-il, répondu à l'attente.

Exploitation du soufre dans le sud de l'Espagne. — Un mémoire lu par M. Arthur Wilson devant la *British Institution of Mining Engineers*, dans sa session de février dernier, donne d'intéressant détails sur les mines de soufre de la Sierra Gador situées à 18 *km* environ au nord du port d'Almeria. Ces mines sont actuellement en communication par rails avec ce port par la nouvelle ligne de Linarès à Almeria.

La formation dans laquelle se trouve le soufre est le terrain éocène moyen, formé de calcaire à gros grains, de conglomérats calcaires et de marnes argileuses. Le soufre s'est infiltré dans les couches : dans le calcaire il se trouve dans les cavités et les joints des lits ; dans les conglomérats il sert de ciment pour relier les cailloux roulés et dans les marnes il existe sous forme de veines innombrables. Dans beaucoup d'endroits, on trouve entre les conglomérats et les marnes une couche d'épaisseur variable de soufre presque pur, 90 0/0 probablement, le soufre jaune ordinaire alternant avec des bandes étroites de soufre noir.

On rencontre généralement le soufre sous forme opaque, mais on trouve aussi quelquefois des cristaux de soufre translucide et presque transparent. D'après les reconnaissances déjà effectuées, la zone contenant le soufre peut être estimée, à Gador, avoir 400 *m* de longueur sur une largeur égale et sur 50 *m* environ d'épaisseur moyenne. La proportion moyenne du soufre peut être évaluée à 15 0/0.

Le gisement a été attaqué par de nombreux puits et galeries ; il n'y a pas de méthode régulière d'exploitation. L'extraction se fait d'une manière très curieuse. Un câble sans fin passe sur des poulies à la surface puis sur le tambour de la machine à vapeur d'où il descend dans le puits et passe sur une poulie au fond de celui-ci. Il n'y a pas de cages, mais les paniers dans lesquels on met le minerai sont suspendus au câble par le moyen d'un bout de corde que porte chaque panier, cette corde fait deux ou trois tours autour du câble et cela suffit pour tenir le panier accroché. Ces paniers se trouvent à des distances de 3 à 3,50 *m* les uns des autres et le câble se déplace à une assez faible vitesse. Un homme se tient à la surface pour décrocher les paniers pleins et accrocher les paniers vides pour les renvoyer au fond par le brin descendant du câble.

L'extraction du soufre du minerai se fait dans des fours en dôme cons-

truits en briques ordinaires. Il y a vingt-cinq de ces fours à Sador, dont dix-huit ont une capacité de 180 *t* et les sept autres une de 240 *t*. Les plus grands mesurent 5 *m* de diamètre et 5 *m* de hauteur du bas à la naissance de la voûte, soit une hauteur totale de 7,50 *m*.

Le minerai brut, sortant du puits, est porté directement aux fours, s'il est en gros morceaux, tandis que le menu est mis en pâte avec l'eau, façonné en briquettes et séché.

En chargeant les fours, on met d'abord ces briquettes à la partie inférieure et on place au-dessus le minerai en morceaux. On allume par la partie supérieure et l'aspiration est produite à travers la masse par un ventilateur. La température est réglée avec soin. Les fumées aspirées traversent des chambres où une partie du soufre se dépose sous forme de fleurs, tandis que le reste passe à l'état d'acide sulfureux dans une cheminée de communication avec ces chambres. Dès que la température convenable a été atteinte, le soufre commence à fondre, il coule à travers la masse et s'accumule dans la partie inférieure du four d'où on l'extrait pour le mouler en masses rectangulaires.

Chacun des grands fours produit environ 30 *t* de soufre par charge, soit exactement 12,5 0/0 ; la perte par combustion ne dépasse pas, dit-on, 1,5 0/0, bien qu'il paraisse que cette proportion soit quelquefois largement dépassée. On nettoie les carneaux et les chambres de temps en temps et on recueille le soufre en fleurs, qu'on ajoute à la masse obtenue. Les opérations de chargement, de fusion et de déchargement d'un four demandent environ de douze à quinze jours et le travail est organisé de façon qu'on charge certains fours pendant que les autres sont en feu et qu'on décharge d'autres.

La production annuelle à Gador est d'environ 4 500 *t* de soufre marchand, dont le prix de revient est, d'après les renseignements fournis, de 45 à 48 *f* la tonne rendue à bord à Almeria.

Ce qui précède ne s'applique qu'aux gisements de soufre de Sador, mais ils présentent la plus grande analogie avec tous les autres dépôts de la même matière qui existent dans le sud de l'Espagne.

Le combustible liquide en Russie. — Un récent rapport du Consul des États-Unis à Batoum, rapport résumé dans l'*Engineering and Mining Journal*, dit que les prévisions formulées relativement à l'accroissement de la consommation du combustible liquide se sont pleinement confirmées, car, si 1897 avait donné un accroissement de consommation de 25 0/0 par rapport à l'année précédente, il y a de même en 1898 une augmentation de 15 0/0 sur 1897 et les prix des résidus de pétrole se sont élevés à 3,10 *f* le baril au moment de la fermeture de la navigation du Volga. Les prévisions d'un nouvel accroissement de la demande se basent sur le fait que le charbon, à son prix actuel, ne peut lutter avec les résidus dans les districts manufacturiers qui avoisinent le Volga et dont le centre est Moscou.

Cette question présente un grand intérêt au point de vue de la compétition entre la Russie et les États-Unis pour le pétrole, parce que, si les résidus se vendent bien, le prix du pétrole raffiné peut être réduit dans une assez large mesure.

Les houillères qui alimentent l'industrie de Moscou et des districts environnants sont situées dans le sud de la Russie, non loin de Rostoff. Leur distance à Moscou est d'environ 1 600 *km*. Ces houillères produisent de l'anthracite et de la houille tendre et les prix étaient en janvier dernier de 11 kopecks le poud, ce qui fait à peu près 17.50 *f* la tonne de 1 000 *kg* pour l'anthracite et de 12 kopecks le poud ou 18,75 *f* la tonne pour le charbon. Le transport des mines à Moscou coûte 16 *f* la tonne pour l'anthracite et 17,50 *f* pour le charbon, de sorte que si on ajoute quelques frais accessoires pour la livraison au consommateur, celui-ci ne paye pas moins de 35 *f* la tonne l'anthracite et 38 *f* le charbon à Moscou. Ce sont bien les prix indiqués pour janvier dernier dans cette ville par le consul des États-Unis à Moscou.

Le combustible liquide est employé plus couramment peut-être en Russie qu'aux États-Unis ; sa valeur pour la production de la vapeur a été établie depuis longtemps de la manière la plus nette. Il est admis qu'une tonne de résidus vaut deux tonnes de charbon, non pas que les pouvoirs calorifiques soient, à poids égal, dans le rapport de 2 à 1, mais parce que l'économie réalisée dans l'emploi du pétrole permet d'arriver à cette proportion.

Le combustible liquide sera préferé à la houille à prix double, c'est-à-dire au prix de 44 à 48 kopeks le poud soit 70 à 75 *f* la tonne à Moscou.

Les résidus sont transportés par voie d'eau jusqu'à Moscou ou au moins jusqu'à 500 *km* de cette ville ; le prix du transport est donc beaucoup plus faible que si celui-ci avait lieu entièrement par chemin de fer. L'année dernière, le transport par eau coûtait 8 kopecks le poud et le transport par rails 8,5 ; si on ajoute à ces prix les frais de livraison, on trouve qu'en partant des plus hauts prix pratiqués à Bakou l'année dernière, le combustible liquide peut être délivré dans le district de Moscou à raison de 46 à 48 *f* les 1000 *kg*. En janvier dernier, d'après les rapports consulaires, le prix des résidus était notablement inférieur à ceux indiqués, ce qui doit assurer de beaux bénéfices aux vendeurs de ces matières.

Il y a là un argument sérieux en faveur de l'accroissement de la consommation du combustible liquide, puisqu'il semble évident que, même avec le prix très élevé de 32 *f* les 1 000 *kg* pour les résidus à Bakou, le charbon ne peut pas lutter avec eux à Moscou et dans le district environnant. Des marchés pour le transport sont faits. actuellement, à des prix plus bas que l'année dernière, la différence allant jusqu'à 3,20 *f* par tonne dans certains cas.

Le facteur le plus important pour l'accroissement de la production est, évidemment, la demande. Il serait intéressant, pour arriver à formuler des prévisions, de connaître les statistiques de la production du charbon et de sa consommation dans les districts où le combustible liquide peut parvenir, mais les statistiques pour 1897 ne sont pas encore parues, et il n'y a pas utilité à remonter en arrière, parce que depuis deux ou trois ans l'industrie a pris en Russie un très grand développement. Ainsi, les districts manufacturiers de Moscou ont progressé à raison de 25 à 30 0/0 par an depuis plusieurs années, et on peut

admettre que la consommation du combustible a suivi la même progression. Si on admet seulement un accroissement de 15 0/0 pour la consommation des résidus, cela correspond à un accroissement de 30 0/0 sur le pétrole brut; or, celui-ci a dépassé 50 0/0 d'augmentation.

Il n'y a d'ailleurs à considérer que la consommation intérieure de la Russie, parce que l'exportation est trop faible pour avoir de l'influence sur les prix. D'après les statistiques, les expéditions de Batoum pour l'étranger se sont élevées, en 1897, à 50 millions de litres en nombre rond, dont la plus grande partie a été employée à la fabrication de lubrifiants à bon marché. L'Italie en a pris une petite quantité comme combustible à l'usage de la marine militaire, mais les prix à Bakou et surtout le coût du transport par rail à Batoum, qui est de 20 *f* par tonne, sont tout à fait prohibitifs au point de vue de l'exportation comme combustible.

Un blocus de neige dans les Montagnes-Rocheuses. — Une lettre adressée de Denver, le 15 avril dernier, au *Railroad Gazette*, par un de ses correspondants, donne de curieux détails sur les énormes encombrements de neige qui ont produit sur le *Colorado Midland R. R.* un véritable blocus, lequel n'a pris fin que le 14 avril.

Ce blocus est le plus extraordinaire qu'on ait jamais vu dans la région des Montagnes-Rocheuses et on peut croire qu'il ne sera jamais dépassé, car il a été amené par une série de circonstances qui ne se rencontrent simultanément que très exceptionnellement.

Depuis le 27 janvier au soir jusqu'au 14 avril, la Compagnie du chemin de fer a fait les plus grands efforts pour maintenir la circulation et sans pouvoir y réussir. On a employé trois charrues à neige, dont une rotative, actionnées chacune par un attelage de cinq locomotives et assistées par une armée d'ouvriers. Une fois, une équipe a travaillé sans interruption pendant 42 heures et, dans une autre occasion, le personnel de deux machines a dû être ramené de la montagne après un service continu de 624 heures. Le dernier jour, on a dégagé deux locomotives qui étaient restées gelées pendant 63 jours.

Dans certains endroits, la neige formait des talus de 30 pieds au-dessus du niveau des rails, et, à la fin du blocus, une équipe d'hommes munis de patins travaillèrent deux heures à enlever la neige pour découvrir le toit d'un abri contre la neige *(snow-shed)*. Par places, il a été nécessaire de pratiquer des galeries dans la masse de neige et de faire sauter à la dynamite les parties agglomérées par la gelée.

On estime que la Compagnie du chemin de fer a dépensé 300 000 *f* dans sa lutte contre la neige. On a eu à la fois 773 hommes employés à ce travail et la feuille de paie de février s'est élevée à 130 000 *f*. Seize locomotives ont été en service spécialement pour ce travail. Les charrues à neige de Jull, louées à d'autres Compagnies de chemins de fer, coûtaient 200 *f* par jour; elles ne paraissent pas capables de rendre de réels services dans ces grandes chutes de neige; les charrues à rotation travaillent d'une manière bien plus satisfaisante.

Les conditions atmosphériques qui ont régné pendant cette période

peuvent seules donner une explication convenable des causes de cette énorme et longue interruption de service. Il y a eu pendant tout le temps de très forts vents, la neige avait une consistance spéciale et la température de l'air amenait des alternatives de fusion et de congélation brusque qui déterminaient la formation de blocs de glace qu'on ne pouvait entamer qu'au pic sur plusieurs kilomètres de longueur.

Le Colorado and Southern Railroad a eu à souffrir presque autant que le Colorado Middland, bien qu'il ait renoncé à maintenir ouverte la ligne à forte altitude entre Breckenridge et Loadville; elle était encore arrêtée à la date de lettre à laquelle nous empruntons ces renseignements.

Le Denver and Rio Grande a éprouvé le plus de difficultés à l'ouest de Loadville dans le Cañon de Great River. La voie suit le côté nord du Cañon, et la chute extraordinaire de neige a amené des glissements de terrain et de rochers et des avalanches qui ont causé des interruptions de la circulation pendant plusieurs jours.

Si le Colorado Midland s'était servi du tunnel de Burk, au lieu de franchir le Col d'Hagermun, cela n'aurait pas amené de différence sensible quant à la durée de l'interruption du trafic, parce que les difficultés se sont présentées sur toute la longueur du tracé, depuis Loadville presque jusqu'à Glenwood Springs.

D'une manière générale, les obstructions dues à de grandes chutes de neige sont une éventualité à peu près normale avec laquelle a à compter l'exploitation des chemins de fer et des tramways aux États-Unis. Pour ces derniers, on peut se faire une idée très exacte de l'importance du travail de déblaiement des voies, en examinant quelques figures données dans le *Street Railway Journal*, par exemple, numéro de février, 1899, page 93 et numéro d'avril, page 220, etc.

Traction électrique et traction par câble. — Nous avons signalé, dans la Chronique de janvier dernier, page 90, l'installation de tramways à câble faite en 1896, à Glasgow, et qui est la plus puissante qui existe actuellement en Angleterre.

L'*Engineering*, donne les recettes et dépenses d'exploitation de cette ligne, comparativement avec celles de deux lignes électriques très importantes, la City and South London Railway et le Liverpool Overhead Railway. Ces chiffres sont pris dans les rapports semestriels des Compagnies.

Pour le City and South London, on a tenu compte des abonnements, en admettant que chaque abonné fait quatre voyages par jour, dimanche compris.

On fait remarquer également que, depuis le semestre qui a pris fin au 31 janvier 1898, il a été ajouté à chaque voiture à *grip*, sur le Glasgow District Subway, une voiture remorquée, ce qui a augmenté le tonnage d'environ 60 0/0 et la capacité de transport de 70 0/0. Les dépenses de traction étaient, pour le semestre finissant le 31 janvier 1898, de 0,444 *f* par train-kilomètre, et elles se sont abaissées, pour le trimestre finissant le 31 janvier 1899, à 0,442 *f*, c'est-à-dire qu'on a transporté beaucoup plus avec une dépense un peu plus faible.

Semestre finissant le.	31 décembre 1898	31 décembre 1898	31 janvier 1898
Lignes	City and South London Railway	Liverpool Overhead Railway	Glasgow District Subway
Système de traction	Électrique.	Électrique.	Câble.
Longueur de double voie	5 120 *m*	10 893 *m*	10 545 *m*
Trains-kilomètres.	377 007	601 431	893 179
Recettes totales.	670 000 *f*	1 014 000 *f*	813 400 *f*
Dépenses totales	392 000	625 000	417 000
Nombre de voyageurs transportés . .	3 868 414	4 894 921	6 666 082
Coefficient d'exploitation	58,5 0/0	61,7 0/0	51,3 0/0
Dépenses par train-kilomètre.	0,986 *f*	0,986 *f*	0,442 *f*
— par voyageur transporté . .	0,094	0,121	0,059
Recette — — . .	0,164	0,197	0,116
Entretien de la voie, du matériel fixe.	20 500 *f*	122 100 *f*	48 600 *f*
Dépenses de traction	139 400	153 900	176 500
Entretien et renouvellement des voitures.	14 000	20 800	24 600
Dépenses d'exploitation.	152 000	219 000	120 600
Frais généraux.	46 000	55 000	19 000
Entretien de la voie par train-kilom.	0,052 *f*	0,192 *f*	0,052
Traction par train-kilomètre.	0,353	0,244	0,188
Entretien et renouvellement des voitures par train-kilomètre.	0,036	0,031	0,026
Dépenses d'exploitation par train-kilom.	0.381	0,350	0,130
Frais généraux par train-kilomètre .	0,112	0,068	0,021

Les dépenses par voyageur transporté, ce qui est l'élément le plus exact de comparaison, sont donc en moyenne, pour les deux lignes électriques, de 0,107 *f* et pour la ligne à câbles de 0,059 *f*, soit les 55 centièmes de l'autre chiffre.

COMPTES RENDUS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Mai 1899.

Notice nécrologique, sur M. le **comte de Salverte,** Membre du Comité des Constructions et Beaux-Arts, par M. Dufresne de Saint-Léon.

Rapport de M. Ch. Lavollée sur l'**École d'horlogerie de Paris.**

Cette école, fondée en 1880, sous les auspices de la Chambre syndicale de l'horlogerie, a été reconnue d'utilité publique en 1883. Elle est établie depuis 1888 rue Manin et comptait, en 1898, 60 élèves dont 25 internes. L'enseignement comportait 8 professeurs et le budget des dépenses s'élevait à 71 000 *f*, couverts par les cotisations des Membres de la Société à laquelle appartient l'école, la rétribution payée par les élèves, les bourses allouées par le Gouvernement, des dons et subventions diverses. L'enseignement dure quatre années. On sait qu'en dehors de l'école de Paris, il y a en France deux écoles d'horlogerie, celle de Besançon et celle de Cluses.

Lois des variations d'amplitude du balancier des chronomètres, par M. Marcel Brillouin, maître de conférences à l'École Normale supérieure.

On trouve dans ce Mémoire, dont il serait très difficile de donner un compte rendu succinct, l'exposé de méthodes très curieuses pour constater et enregistrer les variations d'amplitude des balanciers et des conclusions intéressantes relativement aux moyens à employer pour arriver à éliminer les causes d'irrégularité dans la marche des chronomètres.

Étude géologique et agricole des terrains de la Lozère, par M. Ernest Cord *(suite)*.

L'association des inventeurs et artistes industriels, envisagés notamment au point de vue de l'état d'infériorité où nos lois actuelles placent les inventeurs et artistes industriels vis-à-vis de leurs rivaux étrangers, par M. Claude Couhin, avocat à la Cour de Paris, président de l'Association des inventeurs industriels (Conférence faite le 10 mars 1899).

L'extraction du nickel de ses minerais, par le procédé Mond, d'après M. W. C. Roberts-Austen.

Cette note provient des mémoires de l'*Institution of Civil Engineers*, et on en trouvera un résumé succinct dans les *Informations techniques* de mars 1899, page 503.

Sur les impuretés de l'aluminium, par M. A. Minet *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences).*

Notes de mécanique.

On trouve dans ces notes la description de la mortaiseuse à chaine et tarière de R. J. Brown, du système de fabrication des écrous de Berry, la manutention des charbons au dépôt de l'Érié R. R. à Jersey City, des applications des roulements sur billes et galets, enfin, une note de M. L. Jacoupy, sur l'utilisation directe des gaz des hauts fourneaux pour la production de la force motrice.

ANNALES DES MINES

4e livraison de 1899.

L'industrie métallurgique dans la région de Saint-Étienne, par M. L. Babu, Ingénieur des Mines.

Cette très intéressante notice fait un tableau très détaillé et documenté du développement de l'industrie métallurgique à Saint-Étienne, développement dont on peut fixer le début à 1815, et que l'auteur divise en cinq périodes dont quatre allant de cette date jusqu'à l'époque actuelle.

Avant 1815, Saint-Étienne ne constituait pas un véritable centre métallurgique ; on se bornait à y transformer en objets d'armurerie et de quincaillerie, etc., des fers de Berry et de la Champagne. Ce n'est qu'en 1815 que s'y établit la fabrication des aciers au creuset et, peu après, l'application des méthodes anglaises pour la production du fer et de la fonte, grâce à la présence de la houille. James Jackson, venant de Birmingham, Beaunier, Ingénieur en chef des Mines, et de Gallois, également Ingénieur en chef des Mines, eurent un rôle prépondérant dans les premiers développements de la métallurgie qui se placent dans la période allant de 1815 à 1840. Un fait qui eut une immense influence sur ces développements est l'établissement du chemin de fer de Lyon à Saint-Étienne qui vint heureusement modifier les conditions économiques des usines de la Loire. En 1830, le département de la Loire comptait deux usines à fonte avec quatre hauts fourneaux, trois grandes forges avec 38 fours à puddler et 4 fours de finerie et trois aciéries avec 6 fours à cémenter et 62 fours de fusion plus quelques fonderies.

En 1835, les 4 hauts fourneaux de la Loire produisaient 8 200 *t* de fonte, la production totale de la France étant alors de 47 000 *t*. On fai-

sait 19 000 *t* de fer sur une production totale de 41 000 *t* pour la France.

La seconde période va de 1840 à 1860 et est caractérisée en premier lieu par l'emploi du marteau-pilon employé d'abord par Petin et Gaudet, et qui permit la fabrication de pièces de forges qui donnèrent lieu à des industries nouvelles et importantes, blindages, bandages sans soudures, etc. Cette même période vit naître les grandes sociétés métallurgiques. En 1860, la Loire produisait le dixième de la production de fer de la France, qui était de 745 000 *t* et les deux tiers de la production de l'acier.

La troisième période, de 1860 à 1880, voit l'introduction des minerais purs et celle du procédé Bessemer qui sont corrélatives. Ce procédé fut installé dès 1861 par la Société Petin et Gaudet dans son usine d'Assailly avec deux convertisseurs de 5 *t* et ensuite par la Société de Terrenoire. Le procédé Martin fut établi d'abord aux aciéries de Firminy, puis aussi à Terrenoire.

A cette période se rattachent les perfectionnements introduits dans la fabrication des aciers au creuset et les aciers chromés pour lesquels l'auteur cite, à juste titre, les travaux de notre Collègue M. A. Brustlein.

En 1880, la production de fonte de la Loire était de 61 000 *t* et celle des aciers, de 116 000 *t*, soit le tiers de la production de la France entière.

La dernière période, qui s'étend de 1880 à l'époque actuelle, débute par le temps d'arrêt qui a suivi l'Exposition de 1878. Peu après, l'application en grand du procédé Thomas vient apporter une révolution dans l'industrie sidérurgique.

L'utilisation des minerais phosphoreux permet aux usines de l'Est d'établir des prix qui obligent celles de la Loire à renoncer à la fabrication des rails. Cette crise a amené une série de transformations et de créations nouvelles. On peut citer l'établissement, par les Aciéries de la Marine, de l'usine du Boucau, les intérêts pris par le Creusot et Commentry dans les usines de l'Est, l'établissement projeté par le Creusot sur la Méditerranée, à Cette.

Dans les nouvelles industries figurent les moulages d'acier, la fabrication du matériel de guerre, les aciers spéciaux et l'accroissement remarquable de l'outillage pour le travail mécanique de l'acier.

La note se termine par une description très sommaire des principales usines métallurgiques de la Loire avec des renseignements sur leur production, leurs principales fabrications, etc.

La conclusion est que la situation industrielle des mines de la Loire est excellente et que leur avenir est assuré, non seulement par les fabrications spéciales qu'elles livrent à l'industrie, à la marine, à la guerre et aux chemins de fer, mais aussi par la prudence qu'ont montrées les Sociétés métallurgiques dans l'administration de leurs capitaux, les réserves qu'elles ont accumulées et les amortissements considérables qu'elles ont opérés dans leur outillage.

SOCIÉTE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE

Avril 1899.

Réunions de Saint-Étienne.

Seance du 8 avril 1899.

Communication de M. Garand sur **les canalisations de cours d'eau** établies par la Compagnie des Mines de Roche-la-Molière et Firminy.

On avait reconnu que les nombreux cours d'eau qui sillonnent le territoire de la concession de Roche-la-Molière et Firminy et qui traversent les affleurements des couches de houille donnent des infiltrations importantes par les fissures du sol. Pour réduire ces infiltrations et, par suite, la quantité d'eau à épuiser, on a exécuté, depuis 1885, de nombreux travaux de canalisation dont la longueur totale exécutée à ce jour atteint 5843 *m* et la dépense y relative 400 000 *f*.

On a employé, pour ces travaux, deux systèmes : 1° la canalisation à l'aide d'un lit étanche sur toute sa surface et 2° la canalisation à l'aide de digues étanches pour empêcher les infiltrations latérales. La note décrit en détail ces deux solutions dans leur application à deux canalisations. Les résultats de ces travaux ont été satisfaisants. Une courbe exprime graphiquement les résultats qu'on peut résumer en disant que, pour une même quantité d'eau tombée, la quantité d'eau épuisée a diminué pour les bassins où on a canalisé les ruisseaux et n'a pas varié dans un des bassins où on n'a fait aucun travail de ce genre.

Communication de M. Charvet sur l'**industrie du coke en Allemagne** et, en particulier, dans le bassin de la Ruhr.

Le bassin de la Sarre a produit, en 1897, 820 700 *t* de coke. Une des usines les plus importantes de ce bassin, celle de Burbach, qui avait 300 fours pour le service de ses hauts fourneaux, vient de mettre en marche une nouvelle batterie de 200. Tout le service est fait par l'électricité, qui actionne les défourneuses et transporte les wagonnets de menu et de coke.

Dans le bassin de la Ruhr, la fabrication du coke s'est énormément développée ; de 4 200 000 *t* en 1890, la production s'est élevée à 6 900 000, en 1897. Pour les installations récentes, on emploie surtout le four Otto, qui travaille sans récupération, ce qui simplifie beaucoup la construction.

Avec une capacité de 7 *t* de charbon humide, ce four produit par jour 5 *t* de coke, soit 1 400 *t* par an. On utilise les gaz de ces fours. Chacun produit par jour 1 000 m^3 de gaz, le chauffage du four en absorbant 650, il reste 350 m^3 par four et par jour. Une batterie de 60 fours de ce système donne un excès de gaz de 24 000 m^3 qui sert au chauffage de

375 m^2 de chaudière, dont 170 sont utilisés pour le service de la batterie et 200 restent disponibles pour d'autres usages.

Au Phénix, on compte qu'on obtient 1,25 *kg* de vapeur par kilogramme de charbon chargé au four à coke.

Communication de M. Lapouche, sur **l'établissement d'une conduite en tôle d'acier,** de forme curviligne, franchissant un cours d'eau.

On avait besoin de faire franchir à une conduite d'eau la rivière l'Arc; la portée à franchir était de 50 *m*; on a donné à la conduite une forme curviligne avec 100 *m* de rayon. Le diamètre du tuyau est de 2,400 *m*, les viroles sont en tôle d'acier de 15 *mm* d'épaisseur; la charge d'eau est de 68 *m*. L'arc est encastré dans la maçonnerie des culées.

La pression horizontale sur les culées est de 300 *t*, les réactions verticales de 140 *t* et les forces élastiques par millimètre carré de 10 *kg*.

Les travaux ont été exécutés par les maisons Bietrix, Nicolet et C[ie] et Veuve Broyet, de Saint-Étienne. La conduite a été mise en charge avec plein succès, en janvier 1898.

INSTITUT ROYAL DES INGÉNIEURS NÉERLANDAIS (1)

Bulletin du 8 avril 1899.

Séance du 14 février.

Communication de M. Van Zuylen sur le percement de l'isthme de Panama, l'état actuel des travaux, et les derniers projets pour son achèvement. — L'auteur expose l'historique de la question, parle longuement de la Commission d'étude de 1889, dont il faisait partie, développe les projets de cette Commission et les récentes recherches de la Compagnie nouvelle pour terminer par les projets américains du canal de Nicaragua.

Communication de M. Lambrechtsen van Ritthem, Directeur des travaux de la ville d'Amsterdam, sur la canalisation de cette ville. — L'auteur développe le système actuel, qui consiste, pour les vieux quartiers, dans l'évacuation aux canaux qui traversent la ville dans toutes les directions ou dans le vieux système de fosses vidées périodiquement. Pour les nouveaux quartiers, c'est le système pneumatique Lierum qui donne pleine satisfaction, mais qui ne s'occupe pas des eaux ménagères. C'est pour cela que l'auteur préconise le système Waring avec évacuation des eaux dans la mer, des terrains propres à l'épuration par épandage sur le sol n'existant pas dans le voisinage.

(1) Résumé communiqué par M. J. de Koning.

BULLETIN DU 29 AVRIL 1899.

Note de M. STZOINK sur la section économique des tuyaux de conduite d'eau. — Une section trop faible donne une résistance exagérée et exige pour la circulation de l'eau une très grande puissance des pompes élévatoires. Une section très grande entraîne des frais élevés d'établissement. Entre ces sections extrêmes, il doit se trouver une section économique qui correspond à une dépense minima d'établissement et de service pour l'installation entière. La note donne les moyens de résoudre le problème.

BULLETIN DU 20 MAI 1899.

Rapport des Ingénieurs DU CROI, ROOSEBOOM et STOEL sur un voyage d'études entrepris pour la visite des ferries de chemins de fer, en Danemark. — Cette question a un grand intérêt pour les Pays-Bas, qui sont sillonnés par des canaux, des rivières et des bras de mer. A mesure que les moyens de communication se développent, on sent de plus en plus le besoin de les relier à travers des eaux souvent agitées par des ferries sûrs et capables de transporter des trains de chemins de fer ou de tramways. Dans ce rapport, accompagné de nombreux dessins, les auteurs donnent la description de diverses installations de ce genre.

BULLETIN DU 6 JUIN 1899.

Séance du 11 avril.

Lettre de M. le baron DE MAERE D'AERTRYCHE sur le projet de Maere pour le port d'Heyst, en Belgique (avec dessins).

Communication de M. PETERS, architecte du Gouvernement, sur les formes artistiques dans la construction des ponts monumentaux.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ALLEMANDS

N° 22. — *3 juin 1899.*

Ordre du jour et programme de fête de la XLe réunion générale de l'Association des Ingénieurs allemands à Nüremberg.

Emploi de la vapeur surchauffée dans les machines, par R. Doerfel *(suite)*.

Analogies au point de vue dynamique entre l'hydraulique et l'électricité, par Holzmüller.

Question de l'éducation des Ingénieurs, par R. Bredt.

Groupe de Dresde. — Organisation du laboratoire d'hydraulique à l'École technique supérieure de Dresde.

Groupe de Poméranie. — Les établissements métallurgiques « Kraft », à Kratzwieck, près Stettin. — Projet pour la construction d'un troi-

sième pont sur l'Oder. — Installation d'élévation d'eau à Manzel-Brunnen.

Groupe de Würtemberg. — L'air liquide

Réunion générale de l'Association des maîtres de forges allemands, à Dusseldorf, le 23 avril 1899.

N° 23. — *10 juin 1899.*

L'Exposition universelle de 1900, à Paris.

Distribution Corliss pour locomotives, par H. Dubbel.

Analogies au point de vue dynamique entre l'hydraulique et l'électricité, par Holzmüller *(fin)*.

Expériences sur la résistance, l'électricité, etc., de l'acier coulé, par C. Bach.

Groupe de Franconie et du Haut Palatinat. — Amélioration de l'emploi de la vapeur par la surchauffe.

Groupe de Westphalie. — Chauffage sans fumée par le système Langer.

Bibliographie. — Tableaux graphiques pour le calcul de la stabilité des constructions élevées, par F. Sartory. — Manuel de technologie chimique, par H. Ost.

N° 24. — *17 juin 1899.*

Distribution d'eau de la ville de Gladbach, par H. Ehlert.

Distribution Corliss pour locomotives, par H. Dubbel *(fin)*.

Groupe de Carlsruhe. — Moteurs à gaz.

Groupe de la Louve. — Les automobiles.

Groupe du Rhin moyen. — Exploitation mécanique des carrières.

Groupe de la Ruhr. — Chauffage système Heckmann.

Bibliographie. — Expériences nouvelles sur l'écoulement en déversoirs, par H. Bazin. — Nouvelles machines frigorifiques, leur construction, leur marche et leurs applications industrielles, par M. Lorenz.

N° 25. — *24 juin 1899.*

L'Exposition universelle de 1900, à Paris *(suite)*.

Perfectionnements apportés aux moteurs à pétrole à quatre temps, depuis dix ans, et description du moteur de Dopp, par Fr. Dopp jr.

Nouveautés dans les machines de l'industrie textile, par G. Rohn *(suite)*.

Question des expertises dans le domaine de l'Ingénieur.

Bibliographie. — Réglage des moteurs pour chemins de fer électriques, par G. Rasch.

Correspondance. — Machines à vapeur horizontales. — Aubage des turbines Francis.

INFORMATIONS TECHNIQUES (1)

Ire SECTION

Travaux publics, Chemins de fer, Navigation, etc.

1. — **Le port de Newport-News.** — Le port de Newport-News est probablement un des plus importants de la côte orientale des États-Unis. Il contient un des plus beaux chantiers de construction navale du monde et le plus beau d'Amérique. On y voit une forme sèche de 184 *m* de longueur sur 40 *m* de largeur et 7,20 *m* de hauteur d'eau sur les seuils. Les chantiers occupent 4 hectares et contiennent des ateliers de forge, de chaudronnerie, d'ajustage, de montage, de menuiserie, etc., six cales dont 2 de 120 *m* de longueur, 2 de 150 *m* et 2 de 180 *m*. Ajoutons une grue électrique de 15 tonnes et une mâture de 150 tonnes.

La forme sèche dont nous venons de parler va être doublée par une autre actuellement en construction et qui sera la plus grande forme particulière des États-Unis. Elle aura 245,80 *m* de longueur à l'intérieur du caisson, 24,4 *m* de largeur au fond, 48,60 *m* de largeur à la partie supérieure, 9,15 *m* de hauteur d'eau sur le seuil aux hautes mers moyennes, la hauteur moyenne de la marée étant de 0,762 *m* (*Engineer*, 9 juin 1899, p. 576).

2. **Le pont de Düsseldorf.** — On a construit récemment un pont-route sur le Rhin, à Dusseldorf. La longueur totale à franchir était de 600 *m* environ et il était désirable de conserver une passe navigable de 180 *m* au moins de largeur. L'ouvrage comporte en conséquence : 1° deux arches métalliques de 180 *m* d'ouverture; 2° à droite une arche métallique de 60 *m;* 3° à gauche, une arche métallique de 62 *m;* 4° à gauche, une arche métallique de 56 *m*; à gauche, une arche métallique de 50 *m*.

La largeur entre les garde-corps est de 14,20 *m* dont 8,20 pour la chaussée et 6 *m* pour les deux trottoirs. La voie se trouve à 19 *m* au-dessus des eaux moyennes et la partie supérieure des grands arcs à 42 *m*. Les piles médianes ont été foncées à l'air comprimé et les autres appuis avec des caissons. La partie métallique a été montée à l'aide d'échafaudages. Chaque grand arc pèse environ 1 600 *t;* le poids total est de 5 000 *t*. La dépense totale s'est élevée à 4 600 000 francs dont 2 200 000 francs pour la partie métallique. La construction commencée en janvier 1897 vient d'être achevée. L'ouvrage a été exécuté pour la partie métallique par la Société de la Gutehoffnungshütte, à Oberhausen (Westphalie).

3. — **Très ancien pont.** — Un des plus anciens ponts de l'Europe va bientôt disparaître en présence de la gêne qu'il cause à la navigation du fleuve qu'il franchit. C'est le pont en pierres de 15 arches et

(1) Cette partie est faite avec la collaboration de M. G. Baignères, membre du Comité et M. L. Périssé, secrétaire.

d'une longueur totale de 303 *m* construit sur le Danube à Ratisbonne, par Henri le Superbe, duc de Bavière et de Saxe, de 1135 à 1146. Les piles reposent sur des pieux protégés par des enrochements à pierres perdues et des brise-glaces. La chaussée est très étroite et les trottoirs ne peuvent donner place qu'à une personne à la fois. Hans Sach, le cordonnier-poète de Nuremberg, a célébré dans ses chants ce pont comme une des merveilles de l'art de la construction et le pont le plus remarquable de l'Allemagne. (*Engineer*, 16 juin 1899, p. 595).

4. — **Pont sur le port de Sydney.** — On a projeté la construction d'un long pont du système cantilever sur le port de Sydney, en Australie, et on va, paraît-il, procéder son éexcution. La construction se compose de deux paires de poutres en encorbellement équilibrées et d'une travée centrale suspendue de 120 *m*; la longueur totale, avec les approches, atteindra 1 500 *m*. Une chaussée de 18 *m* de largeur sera disposée à moitié de la hauteur des poutres pour recevoir le trafic des tramways, des voitures et des piétons. Une hauteur libre de 55 *m* sera laissée sous la travée de 120 *m* qui forme le milieu de l'ouverture centrale de 427 *m* servant à la navigation. La hauteur des poutres des cantilevers sur les piles sera de 105 *m*; les grandes poutres auront les plates-bandes supérieure et inférieure de forme courbe, avec double système de triangulation pour les réunir. Le projet est dû à M. William Kouwood, de Sydney, et le Parlement des Nouvelles Galles du Sud a adopté un projet de loi autorisant l'exécution des travaux. (*Engineering Record*, 3 juin 1899, page 14).

5. — **Percement du Simplon.** — Voici le bulletin des travaux du tunnel du Simplon pour le mois de mai 1899 :

Galerie d'avancement	Nord	Sud	Total
Fin avril 1899. . . .	973 *m*	462 *m*	1 435 *m*
Progrès mensuel. . .	180	102	782
Fin mai 1899	1 153	564	1 717

L'avancement moyen a donc été par jour de : côté nord 5,81 *m* contre 5,86 *m* en avril et côté sud de 3,29 contre 3,26 le mois précédent.

Le nombre moyen des ouvriers employés aux travaux a été 2 799.

Du côté nord, la galerie a traversé les schistes lustrés argileux. Les venues d'eau ont comporté 44 *l* par seconde au total. Des essais d'emploi d'air liquide comme explosif ont commencé. Le 24 mai, il s'est produit un accident à la carrière de Naters, par suite de déflagration d'un reste de charge n'ayant pas fait explosion complète lors de l'allumage de la mine. Trois ouvriers ont été blessés dont un seul gravement.

Du côté sud, le terrain traversé est le gneiss d'Antigorio compact et sec. Le 20 mai, dérochement de blocs pendant le travail d'élargissement du tunnel; trois ouvriers ont été atteints dont l'un gravement.

6. — **Nouvelle ligne de chemin de fer au Canada.** — Une nouvelle ligne de chemins de fer est en construction au Canada entre le golfe du Saint-Laurent et le Lac Supérieur. Elle part du port de Paspe-

biac qui a été choisi comme le moins encombré par les glaces pendant l'hiver; Paspebiac est à 2 466 milles de Liverpool par la route d'hiver qui passe au sud de Terre-Neuve et à 2 259 milles pour le détroit de Belle-Isle, route d'été.

La ligne emprunte la voie du chemin de fer intercolonial jusqu'à Québec, soit sur 372 *km*; elle dessert la rive droite du Saint-Laurent de Québec à Montréal, traverse le Saint-Laurent et la rivière Ottawa, emprunte une ligne déjà existante sur une longueur de 320 *km*, puis aboutit au Sault-Sainte-Marie, sur le Lac Supérieur. La longueur totale est de 1 766 *km*. L. P.

7. — **Déchargement des wagons de terrassement.** — Dans la construction du canal Delaware et Hudson (État de New-York) les terres qui étaient extraites servaient à faire les remblais d'une ligne de chemin de fer voisine. Les terres étaient chargées sur un train de 17 wagons plates-formes de 9,50 *m* de longueur et d'une capacité de 20 m^3 chacun; le premier wagon porte un treuil à vapeur alimenté par la chaudière de la locomotive; le dernier wagon porte une sorte de charrue de 1,20 *m* de hauteur dont les socs inclinés permettent de rejeter la terre à droite et à gauche. Un câble d'acier, attaché à la charrue, s'écroule sur le tambour du treuil. Lorsqu'on veut décharger rapidement le train arrêté à l'endroit voulu, il suffit de mettre en action le treuil, la charrue s'avance sur les plates-formes reliées entre elles par de petites passerelles et le déchargement se fait très rapidement à l'endroit même où il est prévu. Lorsque le déchargement doit se faire dans une partie en courbe, on fait passer le câble sur une poulie fixée par une chaine à un des wagons.

Le déchargement proprement dit de ce train s'effectuait en 7 minutes. La capacité de cette installation et de l'excavateur qui opérait l'extraction et le chargement des terres était d'environ 225 m^3 à l'heure.

L. P.

8. — **Singulier lancement.** — Une opération peu banale a eu lieu le 12 avril dernier sur la Tyne; il s'agissait du lancement de la portion avant d'un navire. Voici les faits qui y ont donné lieu.

Au mois de septembre dernier, un grand steamer, le *Milwaukee*, de 147 *m* de longueur et 17 *m* de largeur, allant de la Tyne à New-Orléans se mit à la côte dans la baie de Crudon, près Aberdeen. Une pointe de roche avait pénétré dans la coque sur 2,50 *m* de hauteur. Lors des opérations de renflouement, on trouva qu'il était impossible de retirer le navire entier de sa position et on le coupa en deux à l'aide de la dynamite, on laisse l'avant sur 54 *m* de longueur sur les roches qui le retenaient et on ramena le reste de la coque dans la Tyne où elle flotte depuis cette époque en attendant la nouvelle portion avant qu'on vient de mettre à l'eau. Les deux parties vont être introduites dans une forme sèche où on les réunira. (*Engineering*, 14 avril 1899, page 483.)

9. — **Navigation sur le lac de Constance.** — Les rapports de la Direction Générale des Chemins de fer de l'État bavarois, donnent les détails suivants sur le service de navigation fait par cette administra-

tion sur le lac de Constance. Le matériel bavarois se compose de six vapeurs pour service de voyageurs, dont cinq le *Prinz-Regent*, le *Ludwig*, le *Rupprecht*, le *Wittelsbach* et la *Bavaria* sont des demi-salons. Ces bateaux font en moyenne, en service, 23 *km* à l'heure, bien que leur vitesse puisse s'élever à 27 ou 28 *km*; ils sont tous à roues.

Il y a aussi un matériel de transbordement de wagons à marchandises qui fonctionne entre le port bavarois de Lindau et le port suisse de Romanshorn; il se compose d'un bateau de transbordement à vapeur, de trois bateaux transbordeurs remorqués et de huit bateaux remorqués pour transport de marchandises lourdes ou volumineuses.

Le transbordeur à vapeur porte 16 wagons, les transbordeurs remorqués 7 chacun. Le vapeur ayant à sa remorque 2 transbordeurs, on peut ainsi transporter à la fois 30 wagons, soit un train entier de marchandises.

La raison d'être de cette opération est la notable réduction de distance à parcourir pour amener les wagons de Bavière en Suisse par rapport au trajet par le territoire autrichien (Bregenz) et dans la suppression des doubles formalités de douane. En 1898, on a passé ainsi 30 000 wagons.

Le matériel de transbordement de wagons a coûté 900 000 marks, le matériel à voyageurs 1 100 000, total 2 millions. Les recettes pour 1898 se sont élevées à M. 511 716, les dépenses à M. 425 206, laissant ainsi un bénéfice de M. 86 510. *(Oesterreichische Eisenbahn-Zeitung,* 20 juin 1899, page 207.)

IIe SECTION

Mécanique et ses applications. Locomotives, Machines à vapeur, etc.

10. — **Locomotives construites en Amérique.** — Voici un curieux exemple de la rapidité avec laquelle on peut obtenir des locomotives aux Etats-Unis.

En présence de l'accroissement du trafic sur le White Pass and Yukon Railway (1), la direction se décida, en décembre dernier, à commander deux locomotives. Ces machines devaient être construites sur des spécifications dressées par l'Ingénieur de la Compagnie, présenter les améliorations les plus récentes correspondant au service qu'elles avaient à faire comme locomotives de montagne à voie étroite et devaient peser plus de 60 *t* avec le tender.

Le contrat fut passé avec la maison Baldwin, de Philadelphie, le 19 décembre. 30 jours étaient accordés pour la construction et la livraison. Malgré ce délai extrêmement court, les deux machines furent achevées, essayées et livrées le 14 janvier, 5 jours avant l'expiration du délai. On fait remarquer à ce propos que les Américains ont entre autres avantages sur les Anglais de n'avoir ni Trade Unions, ni Board of Trade pour les gêner dans leur travail. Les États-Unis sont un pays de liberté. mais les autorités y ont une manière assez rude de procéder contre les

(1) *Informations techniques* d'avril, page 646.

fauteurs de grèves qui veulent empêcher les autres ouvriers de travailler. *(Indian Engineering*, 20 mai 1899, page 313.)

11. — **Locomotive compound.** — La Compagnie du London and North Western Railway a fait la semaine dernière l'essai de la dernière locomotive compound sortie des ateliers de Crewe.

Le train se composait de la machine, son tender et 14 voitures contenant 120 Ingénieurs et fonctionnaires de chemins de fer et pesait 425 *t*. Entre Londres et Crewe, distance 256 *km*, la vitesse maxima a été de 114,3 *km* (71 miles).

Dans un discours prononcé au cours de l'excursion, M. F. W. Webb a dit que les ateliers de Crewe étaient toujours à la hauteur des demandes de la Compagnie et qu'il était étonné de voir les Compagnies voisines obligées de s'adresser à l'étranger pour leur matériel. Il avait actuellement 53 locomotives en construction dans ses ateliers. *(Iron and Coal Trades Review*, 16 juin 1899, page 1039.)

12. — **La 5 000e locomotive sortie des ateliers Henschel et fils.** — Le 28 janvier dernier, les ateliers Henschel et fils, à Cassel, ont achevé leur 5 000e locomotive.

Selon un usage assez répandu en Allemagne, la maison a profité de cette occasion pour faire paraître une notice historique sur les développements successifs de l'établissement, avec des vues des diverses locomotives exécutées et des plans des ateliers à diverses époques.

La maison Henschel est une des plus anciennes de l'Allemagne, ayant été fondée primitivement en 1777. C'était alors simplement une fonderie de cloches qui entreprit ensuite la fabrication des pompes et de diverses pièces en cuivre. La première locomotive faite est le « Drache » (Dragon) construit pour le chemin de fer du Nord de la Hesse. Cette machine avait quatre essieux accouplés et un bogie à l'avant; les cylindres étaient légèrement inclinés et en porte à faux par rapport au premier essieu du bogie. Cette locomotive présentait la particularité d'avoir un foyer à dôme pyramidal et celle, beaucoup plus rare, d'avoir ses bielles d'accouplement composées chacune de deux tiges rondes parallèles dont les extrémités portaient des écrous servant au rattrapage de jeu des coussinets.

La locomotive n° 5 000 est également à deux essieux accouplés et à bogie à l'avant; elle est destinée aux chemins de fer de l'État Prussien.

La première pesait 25 000 *kg* en service et le poids de la seconde est de 43 650 *kg*.

Voici quelques chiffres sur les dates d'achèvement des divers numéros de locomotives :

On a fait en	1860	la 50e	locomotive.
—	1865	la 100e	—
—	1873	la 500e	—
—	1879	la 1 000e	—
—	1886	la 2 000e	—
—	1890	la 3 000e	—
—	1894	la 4 000e	—
—	1899	la 5 000e	—

La notice que nous citons donne les vues des diverses locomotives intéressantes avec leurs dimensions principales et des renseignements sur le développement de la construction des locomotives. *(Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, 15 février 1899. Article illustré.)

13. — **Résistance des trains.** — Notre Collègue, M. Henri Graftio, dans un article intitulé : Formules pour la résistance des trains paru dans le *Street Railway Journal*, arrive à la conclusion que la portion de la résistance de l'air qui est due à la création d'une dépression et à des remous à l'arrière du train, peut être atténuée dans une certaine mesure par l'addition à l'arrière de ce train d'un véhicule présentant une forme se rapprochant de celle d'une poupe de bateau. C'est un fait bien connu que la résistance d'un navire se déplaçant à une vitesse un peu considérable dépend autant, sinon plus, de la forme de la poupe que de celle de la proue. Si celle-ci n'a pas des façons assez fines, il tend à se produire un vide et une partie de la puissance de propulsion est dépensée en pure perte; il se passe quelque chose d'analogue à l'arrière d'un train à marche rapide. L'auteur n'a pas de données suffisantes pour juger de l'importance de cet effet, mais il est d'avis que des expériences sur le sujet seraient intéressantes et utiles. On sait qu'on emploie actuellement en France des dispositions pour réduire la résistance de l'air à l'avant de la locomotive. Les premiers essais de ces dispositions remontent du reste déjà loin et le Dr Lardner les a expérimentées, sans succès d'ailleurs, il y a plus de cinquante ans. *(Engineer*, 16 juin 1899, page 595.)

14. — **Grosses machines à vapeur.** — La Compagnie E. P. Allis, de Milwaukee, bien connue pour sa spécialité de grosses machines à vapeur, a en ce moment en main pour près de 125 000 *ch* de moteurs de grande puissance. Les plus forts sont des machines destinées à la Metropolitan Street Railway Company, de New-York. Elles sont au nombre de onze, toutes semblables et figurent parmi les plus puissantes faites jusqu'ici, non seulement aux États-Unis, mais dans le monde entier.

Les cylindres ont 1,668 *m* et 2,184 *m* de diamètre avec 1,524 *m* de course. La partie supérieure des cylindres est à 11,65 *m* au-dessus du niveau inférieur de la plaque de fondation.

L'arbre creux a 0,94 *m* de diamètre, le trou en a 0,40 *m* et règne sur toute la longueur. Les portées ont 0,61 × 1,524 *m*. Ces machines ont une puissance nominale de 4 500 *ch* et peuvent développer un maximum de 7 000 *ch*. Trois sont déjà livrées et une quatrième, tout près de l'être. Deux machines entièrement semblables sont destinées au Boston Elevated Railway. *(Street Railway Journal*, juin 1899, page 412.)

15. — **Économie du tirage mécanique.** — La réduction considérable de la consommation de combustible qui peut être réalisée par l'introduction du tirage mécanique, est mise en évidence par l'exemple suivant qui donne les résultats obtenus à la United States Cotton Company, à Central Falls R. I. Ces résultats se rapportent à une période de

52 semaines. Le nombre d'heures de marche a été de 2 998 et la puissance moyenne développée mesurée en chevaux indiqués à 1 543,8.

Combustible.	Proportion.	Poids en kilogr.	Coût.
Buckwheat.	78 0/0	2 752 700 *kg*	38 050 *f*
Anthracite	15	532 750	4 160
Cumberland	7	256 350	4 350
Total	100	3 541 800	46 560

Ce qui donne un prix moyen de 13,14 *f* la tonne de 1 000 *kg* et une dépense par cheval et par an de 30 *f* pour le combustible.

L'appareil évaporatoire se compose de trois chaudières Babcock et Wilcox de 355 *ch* chacune, soit 1 065 *ch* en tout.

Le moteur est une machine Harris-Corliss à 2 cylindres, avec manivelles à 90°, donnant, comme il a été dit, 1 543,8 *ch* indiqués en moyenne avec une consommation de 0,76 *kg* par cheval-heure. La faible consommation obtenue sans l'emploi de réchauffeurs, est dû d'abord à l'emploi d'un mélange très économique, coûtant seulement 13 *f* la tonne, qu'il n'a été possible de brûler que par l'introduction du tirage mécanique. Auparavant avec l'emploi d'une cheminée, on devait brûler du charbon semi-bitumineux de Cumberland, coûtant beaucoup plus cher.

L'installation d'un ventilateur dont la dépense s'est élevée à 3 000 *f* a amené une réduction nouvelle de la consommation de combustible de plusieurs fois cette somme. Le ventilateur, système Sturtevant, est actionné directement par une petite machine dont la vitesse est réglée par une ingénieuse disposition due au chef mécanicien de l'usine, M. Thomas P. Burke, disposition par laquelle toute variation dans la pression de la vapeur modifie la vitesse du ventilateur et par suite le tirage. La pression de la vapeur reste presque absolument constante. *(Electrical World*, 15 mai 1899, page 632.)

16. — **Une nouvelle machine-outil.** — La maison Theodor Bell et Cie, à Kriens, près de Lucerne, a construit, pour l'usage de ses ateliers de ponts métalliques, une machine-outil qui se compose d'un pont roulant portant quatre perceuses radiales. La poutre du pont roulant a 15 *m* de longueur, 1 *m* de hauteur et 1,40 de largeur ; elle peut se déplacer sur 69 *m* de longueur ; les bras des perceuses s'articulent contre les faces extérieures de la poutre, deux de chaque côté ; ces bras ont 1,20 *m* de portée. Les mouvements des perceuses et du chariot sont donnés par l'électricité. Les forets peuvent tourner à trois vitesses : 77, 118 et 176 tours par minute. Les trous percés peuvent avoir jusqu'à 50 *mm* de diamètre. *(Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*, 20 mai 1899, p. 579, article illustré.)

17. — **Une course en automobile.** — Une course de 1 140 *km*, de Cleveland à New-York, a été effectuée à la fin de mai dernier, en quatre jours et demi, par MM. Alex. Winton et A.-B. Shanks, de Cleveland, avec un véhicule actionné par un moteur à gazoline. Le réservoir contenait 22,7 *l* de gazoline coûtant 6 cents le gallon, soit environ

0,083 *f* le litre, et cette quantité a été trouvée correspondre à un parcours de 400 *km*. Le véhicule complet pesait 815 *kg*; il était muni de bandages pneumatiques de 0,125 *m* de diamètre et 15 *mm* d'épaisseur.

Le départ de Cleveland eut lieu à 7 heures du matin le 22 mai, et l'arrivée à Buffalo, distance 341 *km*, à 9 heures 15 du soir. Entre Buffalo et Freeport, l'essieu de devant se rompit; on en reçut un de rechange de Cleveland et on le mit en place. De Freeport à Syracuse, distance 129 *km*, le trajet dura 8 heures; les 237 *km* jusqu'à Albany demandèrent 13 heures 55 et les derniers 260 *km*, entre Albany et New-York, un peu moins de 11 heures.

Les 1 139 *km* du parcours total furent faits en 4 jours, 11 heures et 45 minutes de marche, ce qui fait une moyenne générale de 10,56 *km* à l'heure. Les routes entre Cleveland et Buffalo sont bonnes, mais entre Buffalo et Albany, elles sont mauvaises et ne permettent pas d'aller vite. On a parfois atteint une vitesse de 48 *km* à l'heure. (*Enginering News*, 1er juin 1899, page 341.)

18. — **Direction des automobiles.** — Avec la vitesse toujours croissante des automobiles, le système de direction fait actuellement, et à juste titre, l'objet de la préoccupation des constructeurs; nous ne voulons pas parler de l'articulation des roues directrices par pivots conjugués qui a fait ses preuves depuis quinze ans, mais nous voulons spécifier les transmissions de mouvement perfectionnées qui ont été créées pour entrainer les roues directrices.

Plusieurs modes de direction très simples ont été employés. Celui qui a reçu le plus d'applications est la barre franche, analogue au gouvernail d'un canot, que Levassor appliquait sur ses voitures, mais ce système a montré qu'il était dangereux même aux vitesses moyennes, parce qu'il est essentiellement réversible, c'est-à-dire que les cahots de la route viennent modifier l'orientation des roues en opérant un léger déplacement de la main qui dirige. Il en est de même de la plupart des systèmes de guidage, roues, gouvernails qui transmettent le mouvement par chaine Galle, crémaillère, etc.

Depuis quelques mois, un assez grand nombre de systèmes de direction dits « irréversibles » a été créé. Un des plus simples est le système à vis sans fin qui a été adopté par la Compagnie des voitures électromobiles pour les fiacres parisiens; le système qui comporte un volant manivelle placé verticalement devant le conducteur, agissant par un arbre vertical, à l'inconvénient de nécessiter, pour un virage un peu rapide, un grand nombre de tours de manivelle et de provoquer la rupture des pièces fixes, par suite des réactions produites lorsque les roues d'avant viennent heurter un peu violemment un obstacle. Un système analogue a été adopté par la Société des anciens établissements Panhard et Levassor, dans ses nouvelles voitures, mais l'amplitude du mouvement transmis par un volant incliné, est diminuée par le mécanisme de transmission.

Notre Collègue, M. Jeantaud, a créé un système de direction irréversible au moyen de taquets à ressorts qui est des plus simples et doit être très efficace.

Le système épicycloïdal de MM. Gobron et Brillié remplit le même but par une ingénieuse disposition d'organes et d'engrenages mobiles basés sur le système mécanique qu'indique son nom.

Signalons, enfin, la direction de MM. Priestmann et Wright qui opère au moyen de secteurs dentés de forme étudiée et assure, dans une certaine mesure, les avantages de l'irréversibilité. (*Locomotion automobile*, 5 janvier, 23 et 30 mars 1899.) L. P.

19. — **L'automobile et le nettoyage des rues.** — Le développement des automobiles, ainsi que du pavage en asphalte, met à l'ordre du jour la possibilité de tenir propres les voies publiques d'une grande cité, plutôt en empêchant les immondices de s'y déposer, qu'en cherchant à les enlever.

De beaucoup, la plus grosse partie de la saleté qui souille les rues, devenant parfois une vraie calamité, nuisible à la santé publique, provient des déjections des chevaux. (Combien cela est encore plus vrai à Paris, où les têtes de ligne des omnibus ou tramways sont un fumier de purin et de crottin, grâce aux esthètes qui ne veulent pas de tramways sur les grands boulevards ni avenue de l'Opéra, mais qui aiment mieux le fumier).

Ce serait une intéressante expérience de prohiber, pour un certain temps, sur certaines sections de la voie publique, toute espèce de cavalerie, en ne laissant passer que les cycles et automobiles, afin de déterminer le temps que l'on pourrait laisser écouler avant de nettoyer la chaussée. (Choisir l'asphalte de préférence.)

Il n'est aucunement improbable que le temps viendra où les chevaux, et tous autres animaux (on devra en faire autant des chiens, qui souillent nos trottoirs sans crier gare), seront aussi bien exclus des voies publiques qu'ils le sont maintenant des jardins publics ou privés, tous les transports en commun étant accomplis par la traction mécanique, et le cheval étant relégué à la campagne, pour le plus grand bien aussi bien des humains que des chevaux. La propreté des villes serait ainsi assurée, non pas par de coûteux nettoyages, mais en prévenant les causes de souillure.

Combien nous applaudissons notre confrère anglais. Mais nous sommes trop routiniers, pour tout ce qui touche aux services publics, pour espérer devancer les Anglais sur ce terrain. Peut-être aussi le sentiment de la propreté est-il plus dans le tempérament national anglais que chez nous. Nous attendons avec intérêt le résultat de l'expérience demandée ci-dessus. (Extrait de l'*Engineering Magazine* et communiqué par M. Marcel Delmas.)

IIIe SECTION

Travaux géologiques, Mines et Métallurgie, Sondages, etc.

20. — **Production de fonte et d'acier dans le monde.** — Voici, pour l'année 1898, les productions de fonte et d'acier des différents pays, en tonnes métriques :

	Fonte.	Acier.
	—	—
États-Unis.	11 962 317	9 045 315
Royaume-Uni . . .	8 769 249	4 639 042
Allemagne.	7 402 717	5 734 307
Autriche-Hongrie. .	1 250 000	605 500
Belgique	982 748	653 130
Canada	46 880	—
France	2 534 427	1 441 633
Italie	12 850	58 750
Russie.	2 228 850	1 095 000
Espagne.	261 799	112 605
Suède.	570 500	289 750
Autres pays	545 000	355 000
TOTAL. . .	36 507 487	24 030 032

Le total dépasse de 3 millions de tonnes pour la fonte et de 3 millions également pour l'acier la production de 1897.

On remarquera que les États-Unis produisent, à eux seuls, le tiers de la fonte et les trois huitièmes de l'acier produits dans le monde entier. La production de l'Angleterre pour les deux métaux est restée presque stationnaire par rapport à l'année précédente, tandis que celle de l'Allemagne a beaucoup augmenté. Ce dernier pays convertit d'ailleurs en acier une plus grande proportion de sa fonte que l'Angleterre qui conserve la fabrication du fer plus que tout autre pays.

La fabrication de la fonte a exigé, en 1898, l'extraction d'environ 70 millions de tonnes de minerai ; c'est une grosse contribution levée sur les gisements et on conçoit qu'on se préoccupe d'en trouver de nouveaux. *(Engineering and Mining Journal*, 27 mai 1899, page 615.)

21. — **La fabrication du fer en Angleterre.** — Malgré la production considérable d'acier, il ne faudrait pas croire que le puddlage soit abandonné dans la Grande-Bretagne. En 1898, il a été encore produit un total de 1 115 699 *t* de 1 015 *kg* de fer sous diverses formes. Plus de la moitié de ce total était du fer en barres, mais la production de cornières, de fers profilés et de tôles est encore très importante. Toutefois la production du fer n'augmente pas ; au contraire, elle a diminué, en 1898, de 172 400 *t*, par rapport à 1897, ce qui représente 13,3 0/0.

Le nombre de fours diminue ; il était en 1896 de 2 352, en 1897 de 2 188 et, en 1898, de 1 938, dont seulement 1 658 en activité. Cela tient à ce que les petites forges disparaissent peu à peu, les grandes, qui sont bien outillées, survivent seules et peuvent encore lutter avec les aciéries. *(Engineering and Mining Journal*, 29 avril 1899, page 493.)

22. — **Les plus puissantes presses à forger.** — Dans les *Informations Techniques* d'avril, page 651, nous avons indiqué comme la plus puissante presse hydraulique à forger qui existât, *en Europe*, celle des forges de Parkhead, à Glasgow. La plus puissante qui existe dans le monde est celle des forges de Bethlehem, aux États-Unis.

Il nous paraît intéressant de donner les dimensions principales de ces deux appareils :

	Bethlehem.	Parkhead.
	—	—
Puissance maxima	14 000 *t*	12 000 *t*
Diamètre des plongeurs	2 de 1,283 *m*	1 de 1,829
Pression par centimètre carré. .	142 *kg*	92 *kg*
Distance entre les colonnes. . .	4,42 *m*	4,57 *m*
Hauteur libre sous les traverses.	5,20 *m*	3,97 *m*
Force motrice.	4 cylindres de 1,37 × 2,29	4 cylindres de 0,533 et 1,092 × 0,915
Cylindres de relevage	2 de 0,33	2 de 0,381

Ces chiffres sont donnés d'après l'*American Machinist*, par l'*Iron and Coal Trades Review*, numéro du 28 avril 1899, page 736. Une observation nous semble utile : c'est que si la force de la presse américaine est donnée en tonnes de 906 *kg* et celle de la presse anglaise en tonnes de 1 015, les deux puissances sont identiques, ne différant que de 500 *kg*.

23. — **Procédé pour épurer les gaz des hauts fourneaux.** — On a installé sur un haut fourneau récemment reconstruit aux Forges de la Chiers, à Longwy, une disposition pour retenir une grande partie des poussières dont sont chargés les gaz sortant des hauts fourneaux. Le principe consiste dans des changements brusques de direction du courant gazeux.

L'appareil consiste en une cheminée cylindro-conique à la base de laquelle est la prise de gaz. Ceux-ci frappent le fond et passent dans un espace annulaire pour arriver à l'épurateur principal qui consiste en une chambre rectangulaire, d'environ 1,50 *m* de hauteur, divisée en trois compartiments par des cloisons parallèles aux petits côtés du rectangle; le fond, contenant de l'eau, a la forme d'un tronc de cône renversé, muni d'une trappe à coulisse pour permettre la sortie des dépôts.

Les gaz pénètrent dans le premier compartiment par un tuyau vertical muni de soupapes de sûreté, frappent la surface de l'eau et se relèvent pour redescendre de même et ainsi de suite trois fois.

Après ces divers changements qui ont projeté dans l'eau la plus grande partie des poussières, les gaz se divisent pour aller d'une part aux chaudières, de l'autre aux appareils à chauffer l'air, lesquels n'ont, dit-on, plus besoin d'être nettoyés que tous les six mois. (*Iron and Coal Trades Review*, 2 juin 1899, page 947.)

24. — **Galvanisation du fer.** — Le procédé Wilden pour la galvanisation du fer et de l'acier consiste à employer un bain composé de zinc, d'étain et d'aluminium. Ce mélange produit, d'après l'inventeur, sur le fer et l'acier, une couche protectrice extrêmement adhérente au métal et supérieure à tout ce qu'on a obtenu jusqu'ici. On peut chauffer au rouge le fer ainsi galvanisé sans aucune trace de détérioration. On opère comme pour le procédé ordinaire, c'est-à-dire en plongeant les feuilles bien décapées dans l'alliage fondu.

La meilleure proportion de mélange est: zinc, 84 0/0; étain, 14; plomb, 1,5 et aluminium, 0,5. *(Iron and Coal Trades Review*, 23 juin 1899, page 1092.)

25. — **Extraction d'un marteau d'un trou de sonde.** — Pendant le forage d'un trou de sonde effectué près de Belmar N. J., aux États-Unis, par suite d'une cause inexpliquée, la tête d'un marteau tomba au fond du trou arrivé à une profondeur de 80 *m* environ. Tous les moyens mis en œuvre pour la retirer échouèrent. Enfin on eut l'idée de confectionner un électro-aimant qu'on descendit dans le trou au moyen de fils recouverts de caoutchouc. Le courant était fourni par une petite dynamo actionnée par le moteur du sondage. *(Engineering News*, 19 juin 1889, page 373.)

26. — **La plus ancienne association d'Ingénieurs des Mines.** — D'après une communication faite par M. B. H. Brough devant l'Institut des Ingénieurs des Mines, à Londres, le 22 février dernier, la plus ancienne tentative de grouper les Ingénieurs des Mines de tous les pays remonterait à plus d'un siècle.

L'initiative de ce groupement serait due à Ignace von Born, Ingénieur autrichien à l'occasion d'essais exécutés à Schemnitz en 1783, sur son procédé d'amalgation pour l'extraction de l'or des minerais, essais auxquels assistaient des ingénieurs étrangers en grand nombre.

Deux volumes de mémoires ont été publiés et l'association prit fin, sans doute, faute de ressources financières à la mort de von Born, en 1791.

La liste des membres qu'on possède, et qui compte 154 noms, revêt un caractère tout à fait international. On y voit figurer Watt et Mathieu Bolton, les chimistes Tennant et Klaproth, Goethe, de Saussure, Lavoisier, Guyton de Morveau, etc. *(Revue Universelle des Mines et de la Métallurgie*, avril 1899, page 106.)

27. — **Extraction rapide du charbon.** — Voici, d'après une communication de M. W. D. Wight au South Wales Institute of Engineers, quelques exemples de travail rapide dans l'extraction du charbon. La houillère qui détient le record pour la plus grande quantité élevée au jour en une année d'un seul puits avec une seule machine d'extraction, est la houillère Albion avec 551 000 *t*. Cette houillère est dans le Pays de Galles. La houillère Silksworth, dans le Durham, a élevé dans sa meilleure année 535 000 *t* d'environ 530 *m* de profondeur, avec deux machines travaillant sur le même puits. L'année dernière, à la houillère de Bolsover, dans le Derbyshire, on a élévé 598 750 *t* de 330 *m* de profondeur en 279 jours de travail. A Dewaby, on a élevé 629 947 *t* en 281 jours, le chiffre le plus élevé d'une journée étant de 2 673 *t*. A mesure que les travaux descendent à une plus grande profondeur, les difficultés s'accroissent, aussi devra-t-on, dans un avenir prochain modifier radicalement les méthodes d'extraction, et il est probable qu'on adoptera les câbles sans fin marchant à faible vitesse. Dans le Lancashire, quatre houillères appliquent déjà ce principe. On estime que pour une profon-

deur de 550 *m*, un câble sans fin marchant à la vitesse de 0,915 *m* par seconde, peut débiter deux cents bennes à l'heure. *(Journal of the Iron and Steel Institute*, vol. LIV., 1899, page 430.)

IVe SECTION

Physique, Chimie industrielle, Divers, etc.

28. — **Forces naturelles en Suède.** — Le gouvernement suédois a fait dresser récemment des statistiqnes relativement aux nombreuses chutes d'eau qu'il possède dans diverses parties du pays et plus particulièrement dans le nord.

Dans le district de Vösterbotten, il ne possède pas moins de vingt-neuf chutes dont vingt-quatre sont situées dans le Lappmarken ; la rivière Umea compte treize chutes. La puissance de treize chutes a été approximativement jaugée et le total évalué à 141 000 *ch*.

Les chutes de Bätfors et de Hallfors sont les plus puissantes de l'Umea et ont respectivement 25 000 et 15 000 *ch* ; celles de Bieliteforsond et de Dunfors, sur la rivière Angerman, peuvent donner l'une 20 000 *ch*, l'autre 15 000 *ch*. Les hauteurs de chute sont de 15 *m* pour celle de Gardviksfors, de 12 *m* pour celle de Lupsfors, 20 *m* pour celle de Barsellfors, toutes sur l'Umea, et de 15 *m* pour la chute de Storfors située sur la rivière Ore. *(Engineering*, 14 avril 1899, page 496.)

29. — **Absence de fumivorité.** — Les premiers jours de juin est venue la première poursuite pour absence de fumivorité devant la Cour centrale de Police, à Glasgow, depuis que l'inspection de la *smoke nuisance* a passé au département sanitaire. Il s'agissait de MM. Arrol, les constructeurs bien connus de ponts et charpentes en fer. Les inspecteurs de la Corporation ont déclaré que, le 11 mai, la cheminée desservant les chaudières avait émis une fumée excessive pendant quinze minutes sur quarante minutes d'observation. Le magistrat a rendu un verdict de culpabilité et prononcé une amende de 21 shellings. *(Iron and Coal Trades Review*, 16 juin 1899, page 1039.)

30. — **Nettoyage des murs avec du sable.** — La valeur du sable comme agent de nettoyage des maçonneries n'est pas bien établie ; aussi, tous les faits relatifs à cette question présentent-ils de l'intérêt pour les architectes et les constructeurs. Un exemple récent de cet emploi est donné par *Iron Age*.

Le jet de sable a été appliqué au nettoyage des murs en pierres du collège Lafayette. Un bâtiment avait été détruit par un incendie il y a quelque temps et, après examen, les murs avaient été reconnus pouvoir être conservés, mais il fallait enlever les marques de fumée et les surfaces altérées par le feu. On résolut d'employer le sable. On se servit d'un compresseur Ingersoll-Sergeant à action directe ayant un cylindre à vapeur de 250 *mm* $\times$ 280 *mm* et un cylindre à air de 250 *mm* $\times$ 360 *mm* et d'un projecteur de sable de Word et Nash. Du réservoir, l'air était

envoyé par un tuyau au troisième étage du bâtiment et de là, par des tubes flexibles, aux projecteurs portatifs. La vitesse imprimée au sable était très grande, et l'effet très rapide et très satisfaisant. Une précaution à prendre, en pareil cas, est de ne pas altérer les arêtes vives de la maçonnerie. *(Journal de l'Institut de Franklin*, juin 1899, page 489).

31. — **Enveloppes calorifuges.** — Une nouvelle méthode pour éprouver l'efficacité des revêtements calorifuges pour conduites de vapeur a été exposée par le professeur Ch. L. Morton devant la section D de l'Association Américaine ; cette méthode paraît susceptible de donner des résultats plus exacts que celles qui sont actuellement en usage.

On chauffe une portion de la conduite en la remplissant d'huile et en faisant passer un courant électrique dans une hélice de fil métallique plongée dans cette huile. On mesure la quantité d'énergie nécessaire pour maintenir le tuyau à une température donnée. Puisque cette énergie est juste suffisante pour maintenir la température, elle doit être égale à la perte de chaleur prouvée par le tuyau. Il est donc facile d'obtenir celle-ci.

Comme il existe de grandes différences entre les résultats des essais des différents expérimentateurs, sur divers calorifuges d'un emploi usuel, l'application de cette méthode est de nature à intéresser les propriétaires d'appareils à vapeur. *(Journal de l'Institut de Franklin*, juin 1899, page 489.)

32. — **Appareil d'observation.** — M. Otto Eichenberger, mécanicien à Genève, vient de faire breveter un appareil très ingénieux qu'il appelle : Instrument à viseur pour tracer et observer des panoramas, déterminer le lieu d'un signal, d'un incendie, etc. Un érudit lui a donné le nom de « topodicte ». Nous ne pouvons, surtout sans l'aide de figures, en donner une description détaillée. C'est, en somme, une combinaison du pantographe et de la lunette d'approche. La lunette, placée sur un support à pivot et pivotant elle-même sur le support, peut naturellement, comme toutes les lunettes d'approche montées sur pied, être inclinée dans toutes les directions. A chacun de ses mouvements, elle agit, par l'intermédiaire d'un système de bielles et de leviers coudés, sur une branche constamment maintenue dans l'axe vertical de la lunette et dont l'extrémité est combinée de manière que les points soient toujours en contact avec le plan circulaire ou semi-circulaire (suivant le genre de panorama que l'on veut tracer ou observer), qui sert de base à tout l'appareil.

Si l'on abaisse l'oculaire de la lunette en haussant l'objectif, pour regarder en haut, la pointe — ou le crayon — s'éloignera du centre de la base, elle s'en rapprochera lorsqu'on haussera l'oculaire. Enfin, elle suivra sur la base tous les mouvements horizontaux de la lunette.

La lunette porte un réticule. Et si l'opérateur fait mouvoir la lunette en visant constamment par le centre du réticule les contours des montagnes et des mouvements de terrain, le crayon tracera, sur la base circulaire ou semi-circulaire, le panorama de toute la région visible du point où l'appareil est placé.

Si, ensuite, sur le panorama ainsi dessiné et laissé à la même place, on écrit les noms des montagnes et des localités, il suffira de braquer la lunette sur une localité, sur une montagne, pour en trouver le nom inscrit sans la pointe de l'instrument. On pourra ainsi déterminer exactement le lieu d'un signal ou d'un incendie.

L'appareil de M. Eichenberger, d'un emploi très facile et d'un prix modique, nous semble destiné à remplacer les panoramas placés sur les tours des églises, les cimes alpestres réputées, les murs des terrasses des hôtels et autres lieux (*Journal de Genève*, 10 juin 1899).

33. — **Une explosion remarquable.** — Une explosion d'un caractère extraordinaire s'est produite le 14 mai dernier dans une fabrique appartenant à la United Alkali Company et située à Saint-Helens Lancashire, un des centres les plus importants de l'industrie chimique en Angleterre. L'atelier de fabrication du chlorate de potasse avait pris feu et, avant qu'on eût pu commencer à attaquer l'incendie, il se produisit une explosion terrible qui détruisit entièrement le bâtiment. Il n'y eut que trois ou quatre hommes tués, fort heureusement, mais les dégâts matériels furent énormes. Le matériel de la fabrication de l'acide sulfurique qui était voisin, fut mis en pièces et des centaines de tonnes de cette matière corrosive furent projetées dans tous les sens.

Des usines situées à proximité furent détruites et les gazomètres de l'usine municipale furent atteints plus ou moins gravement ; l'un d'eux avait une large fente d'où sortait une flamme énorme de gaz. Plusieurs maisons furent renversées et plusieurs centaines de familles d'ouvriers mises sans abri. Pas une vitre resta intacte dans la ville.

La cause immédiate de l'explosion est restée assez obscure et on a avancé à cet égard diverses explications. Il est probable que le feu ayant pris à l'atelier par une cause restée inconnue, les bois enflammés de la charpente tombèrent sur une masse de chlorate de potasse liquéfié par la chaleur et causèrent l'explosion en même temps que les gaz provenant de matières en distillation sous l'influence de la chaleur formèrent avec le même chlorate des composés explosifs.

Quelle que soit la cause véritable de la catastrophe, il est facile de comprendre que la présence au sein d'un incendie d'une matière aussi apte à fournir des masses d'oxygène ait pu amener des effets destructeurs terribles (*Engineering and Mining Journal*, 8 juin 1899, page 643).

34. — **Le sucre d'érable au Canada.** — Dans les pays du nord de l'Amérique où la betterave n'est pas cultivée et où le sucre de canne ne pouvait être employé en raison des transports onéreux, on utilisait sur une grande échelle le sucre d'érable ; les Indiens de l'Amérique du Nord et notamment les Algonquins, qui habitaient les régions boisées du nord des Grands Lacs, employaient ce condiment, et les trappeurs canadiens ont suivi leur exemple.

La production ne peut être exactement évaluée, mais elle atteint probablement 10 à 12 000 *t* par an ; elle ne donne lieu à aucune exportation, la consommation se fait par les producteurs ; le sucre d'érable se consomme sous forme de sirop (maple sirup) ou sous forme de poudre

grisâtre qu'on vend dans de petits sachets en écorce de bouleau d'une contenance d'une livre environ ; on en fait aussi de petites tablettes très dures qu'il est nécessaire de broyer pour en faire usage.

La sève de l'érable se récolte au printemps au moment où la végétation, suspendue pendant les six mois d'hiver, entre brusquement en activité ; on la recueille par une entaille qu'on pratique à la base de l'arbre dans des baquets en bois. La récolte dure cinq à six semaines. Chaque soir, on transporte la récolte de la journée dans les camps d'exploitation et on évapore le jus sucré dans une chaudière en cuivre ; lorsque le sirop est au degré voulu de concentration, on le coule en plaquettes qui conservent fréquemment l'odeur de la fumée du bois qui a servi à l'évaporation. Le sucre d'érable a la composition moyenne suivante : glucose 19,5, saccharose 80, levulose 0,50 0/0. Chaque arbre fournit environ 10 *l* de jus par 24 heures, ce qui correspond à peu près à 4 livres de sucre sec ; le prix de revient est relativement élevé ; on vend au Canada, la livre de sucre d'érable, 20 cents, tandis que le sucre raffiné, avec les moyens de transport actuels, revient à 4 cents la livre en moyenne. L. P.

35. — **L'alcoolisme chez l'ouvrier.** — Les médecins et les philanthropes se préoccupent vivement des progrès de l'alcoolisme chez les ouvriers ; c'est en Normandie que le fléau sévit à un état des plus intenses.

La Seine-Inférieure a, d'après la statistique officielle, consommé en 1897, 116 572 *hl* d'alcool, total dans lequel la ville de Rouen entre pour 17 513, ce qui donne 16 *l* par tête, mais en tenant compte de la consommation qui ne parait pas dans les statistiques officielles, telle que celle qui résulte des bouilleurs de cru (cidre), on arrive à une moyenne de consommation de 35 *l* par tête et par an. La ville de Rouen possède un débit de boisson par 60 habitants et, dans le département, on compte un débit par 67 habitants.

La population ouvrière est en grande partie alcoolique et, parmi elle les chauffeurs, mécaniciens, chaudronniers et forgerons, ainsi que les ouvriers du bâtiment fournissent les plus forts contingents ; la question est très grave en ce qui concerne les mécaniciens de chemins de fer qui, en raison de leur salaire élevé, se livrent plus que d'autres à cette funeste passion.

Il résulte d'une enquête très complète faite par le docteur R. Brunon que les progrès de l'alcoolisme en Normandie sont des plus rapides, que, dans la classe ouvrière, les alcooliques représentent la moitié de l'effectif. Les conséquences sociales de cet état de choses sont désastreuses, le commerce, l'industrie, la navigation déclinent, les ouvriers ne travaillent pas cinq jours par semaine, la qualité du travail s'abaisse et, le prix des salaires s'élevant, la concurrence étrangère grandit de jour en jour (*Revue d'Hygiène*, 20 mai 1899). L. P.

36. — **Abus des réclames.** — Le *London County Council* a reçu dernièrement une pétition signée d'un grand nombre d'architectes et protestant contre l'envahissement des murailles par les affiches. Ils se plaignent

que l'abus de la publicité déshonore les murs de la grande ville. Dans certains quartiers, les murs sont bariolés des pancartes les plus hideuses et il est des maisons où la cupidité des propriétaires a masqué jusqu'aux fenêtres. Dédaigneux de la lumière, les habitants préfèrent vivre perpétuellement à la chandelle ou au gaz et encaisser les revenus que leur rapporte la location de leur croisée. On cite particulièrement une grosse maison carrée qui s'élève au coin d'Oxford street et de Tottenham Court Road ; c'est le chef-d'œuvre du genre : il n'y a plus de fenêtres du tout, l'intérieur est sombre comme un tombeau ; les portes elles-mêmes sont revêtues d'affiches.

Les pétitionnaires demandent que, désormais, ces affiches soient soumises au contrôle administratif, qui doit se montrer très avare des autorisations (*Moniteur de l'Industrie et de la Construction*, 15 mai 1899, page 13).

Ve SECTION

Électricité.

37. — **L'électricité en Angleterre.** — Dans une revue scientifique de l'année qui vient de s'écouler, le *Times* signale comme le fait le plus saillant de cette période, le développement exceptionnel des entreprises électriques de tout genre, télégraphes, téléphones, éclairage, traction, procédés industriels, etc., en Angleterre.

Déjà, au commencement de 1898, on comptait, dans la Grande Bretagne, 412 stations centrales disposant d'un capital de 85 millions sterling ou 2 125 millions de francs. Ce qu'il y a de plus remarquable, c'est la part de plus en plus grande que prennent les municipalités à ces entreprises. Leurs emprunts dans ce but se sont élevés, en 1898, à 150 millions de francs.

Le nombre total des lampes à incandescence fonctionnant dans le Royaume-Uni atteint actuellement 5 millions dont la moitié appartient à des usines municipales. Dans 130 villes d'Angleterre, l'électricité est fournie partiellement ou en totalité par l'administration urbaine et la force électrique, ainsi mise à la disposition du public équivalait déjà, en 1897, à environ 100 millions d'unités techniques, d'après la mesure établie par le Board of Trade (*Moniteur de l'Industrie et de la Construction*, 15 mai 1899, page 13).

38. — **Les chemins de fer électriques en Allemagne.** — Un rapport du consul des États-Unis à Düsseldorf donne des renseignements intéressants sur la construction des chemins de fer électriques en Allemagne. Parmi les grandes villes allemandes : Aix-la-Chapelle, Brunswick, Chemnitz, Dresde, Hambourg, Hanovre, Leipzig, Munich et Stettin, ont presque abandonné entièrement l'usage des chevaux et les ont remplacés par la traction électrique. Berlin, Breslau, Cassel, Cologne, Francfort-sur-le-Mein, Düsseldorf, Barmen, Elberfeld, Königsberg et autres, ont transformé complètement leurs tramways en lignes électriques et plusieurs ont étendu ce mode de traction à l'extérieur. On

construit un grand nombre de lignes à traction électrique dans les districts suburbains autour d'Aix-la-Chapelle, Bochum, Gelsenkirchen. Düsseldorf, Vohwinkel, Elberfeld, Barmen, Elbthal, Essen, Krais Hoerde, Reisengsbirge, Waldenburg, Witten-Ruhr et dans les districts miniers de la Sarre et de la Haute-Silésie. Dans 35 villes et districts qui ne font pas partie de ceux qui ont été nommés ci-dessus, des lignes électriques étaient en construction au 1er septembre dernier, dont neuf desquelles devaient être achevées et mises en exploitation à la fin de l'année, de sorte qu'au commencement de 1899, 77 villes de l'Empire devaient posséder des lignes à traction électrique. Dans 35 de ces villes on exécutait des extensions aux lignes existantes au 1er septembre, extensions qui devaient entrer en exploitation au 1er janvier.

Voici l'état comparatif de la construction des chemins de fer électriques en Allemagne pendant les trois années consécutives 1896, 1897 et 1898.

	Août 1896.	1er septembre 1897.	1er septembre 1898.	Augmentation pour cent en 1898 sur 1897.
Stations centrales.	42	56	68	21,4
Kilomètres de lignes . . .	583	957	1 430	21,4
Kilomètres de voie	855	1 356	1 940	43
Voitures à moteur	1 571	2 255	3 190	41,5
Voitures remorquées . . .	589	1 601	2 128	32,9
Puissance en kilowatts . .	18 560	24 920	33 300	33,8

Si on ajoute les lignes en exploitation depuis le 1er janvier 1899, on trouve qu'il y a actuellement 1 497 *km* de lignes électriques avec un développement de voies de 2 092 *km*.

De la ville de Düsseldorf partant actuellement quatre lignes électriques desservant les environs : Düsseldorf-Crefeld environ 20 *km*; Düsseldorf-Rattigen, 13 *km*; Düsseldorf-Benrath environ 10 *km* et Düsseldorf-Kaiserwerth, 8 *km* (*Street Railway Journal*, juin 1899, page 407).

39. — **Application intéressante de l'électricité.** — Dans la construction du bâtiment dit « New-York Life Building », à Chicago, pour pouvoir établir deux nouveaux escaliers allant de l'étage principal au sol, il était nécessaire de couper deux sommiers formés chacun de trois fers à double T en acier. Ces fers avaient chacun 380 *mm* de hauteur avec des tiges de 12,5 d'épaisseur et des ailes de 150 sur une épaisseur allant de 6 à 25 *mm*. Les sections à couper étaient donc considérables et les conditions, où on devait opérer, des plus défavorables. On décida de brûler le métal par l'arc électrique. On se servit du courant à 110 volts servant à l'éclairage de l'édifice. On relia le fil positif au métal et l'autre fil à un crayon de 39 *mm* de diamètre au moyen duquel on fit jaillir l'arc entre les parties métalliques à détruire. Il fallut douze heures pour couper les six fers, sans compter cinq heures employées à régulariser les surfaces par des moyens mécaniques (*Engineering*, 14 avril 1899, page 496, d'après le *Western Electrician*).

40. — **Éclairage électrique du Bois de Boulogne.** — Nous avons déjà eu l'occasion de parler du projet d'éclairage électrique du Bois de Boulogne. Un nouveau projet vient d'être dressé par l'Administration et il sera soumis d'ici peu au Conseil municipal.

Il comprend trois phases qui seront exécutées successivement ou simultanément suivant les crédits votés.

La première est relative à l'éclairage des allées allant de la porte Maillot et de la porte Dauphine au pont de Suresnes.

L'itinéraire est le suivant : 1° porte Maillot au pont de Suresnes par l'allée de Longchamp; 2° porte Dauphine à Longchamp par la route de Suresnes et le carrefour du bout des Lacs; 3° route de Longchamp au bout des Lacs; 4° route de la porte Dauphine à la porte des Sablons.

L'éclairage de cette première urgence nécessitera l'installation de 110 foyers placés à environ 50 *m* les uns des autres et alternativement de l'un et de l'autre côté des allées. La dépense de premier établissement est évaluée à 205 000 *f*.

La deuxième phase comprend le tour du Lac inférieur et le raccordement avec les portes de Passy et de la Muette. Elle exigera 65 foyers et la dépense prévue est de 140 000 *f*.

Enfin, la troisième phase comprend l'avenue de l'Hippodrome et le raccordement avec l'avenue de Longchamp par l'avenue de la Reine-Marguerite avec 45 foyers et 90 000 *f* de dépense prévue.

L'énergie électrique sera fournie par celle des usines d'électricité voisines qui fera les conditions les plus avantageuses.

Les foyers seront allumés de la tombée de la nuit à une heure du matin du 15 avril au 14 octobre; ils seront éteints à onze heures du soir du 15 octobre au 14 avril. G. B.

41. — **Lampe à incandescence Desaymar.** — MM. de Marcay et Cie ont mis récemment, sur le marché parisien, la lampe Desaymar qui d'après des essais officiels ne consommerait que :

2,5 à 2,7	watts par bougie	pour les lampes de	10	bougies.
2,3 à 2,5	—	—	16	—
2 à 2,3	—	—	20	—
1,8 à 2	—	—	32	—

La durée des lampes est garantie d'au moins 600 heures.

On voit que, quelle que soit la puissance lumineuse de la lampe, l'économie réalisée par les lampes Desaymar sur les lampes d'usage courant est au moins de 25 °/₀.

Le filament est d'assez grande longueur, enroulé en spirale à quelque distance d'un cylindre en émail recouvert d'une mince couche de verre et placé suivant l'axe de l'ampoule. Ce cylindre en émail donnerait lieu, par suite de réflexions multiples, à une meilleure répartition de la lumière. (*Éclairage électrique*, n° 26 du 1er juillet 99.) G. B.

42. — **Intensité lumineuse des lampes à arc en vase clos.** — D'expériences faites par MM. Eric Gérard et de Bast, il résulte qu'une lampe à arc, réglée pour fonctionner à 4,5 ampères sous une

différence de potentiel de 108 volts, a donné, dans un premier essai, une intensité lumineuse moyenne sphérique de 168 bougies décimales et une intensité moyenne hémisphérique inférieure de 200 bougies décimales. Il résulte de là que le nombre de watts par bougie décimale a été de 2,9 dans un cas et de 2,45 dans l'autre, et que par suite l'arc en vase clos ne présente aucun avantage économique sur les lampes à incandescence à 3 watts par bougie.

La durée de fonctionnement d'une paire de crayons s'est éleveé à 110 heures. (*Bulletin de l'Institut de Montefiore*, t. X, 1898-1899.)

G. B.

43. — **Amalgamation des zincs des piles.** — L'*Electrochemische Zeitschrift* signale un procédé d'amalgamation des zincs des piles électriques qui donne, parait-il, de très bons résultats. Voici en quoi il consiste :

On prépare une solution presque saturée de sulfate mercurique neutre dans l'eau et on y ajoute la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour opérer complètement la dissolution. Cela fait, on mélange cette solution avec de l'acide oxalique, jusqu'à ce qu'on obtienne une masse grisâtre ayant la consistance d'une crème, on y ajoute encore un peu de sel ammoniac.

Il suffit alors d'enduire les zincs de cette mixture, après quoi on les frotte fortement. Les zincs ainsi amalgamés résistent bien mieux aux acides et aux sels que ceux qui sont amalgamés par le procédé ordinaire. Si on ne les utilise pas immédiatement, il convient de les laisser bien sécher.

G. B.

44. — **Rendement des transformateurs.** — Depuis 1885, le rendement des transformateurs a fait du progrès, si l'on en juge d'après les résultats obtenus sur un transformateur Westinghouse de 100 kilowatts établi pour transformer des courants alternatifs simples, à la fréquence de 50 périodes par seconde, de 2 100 à 6 000 volts, sans que la perte de charge entre la marche à vide et la marche à pleine charge, dépasse 1,3 %.

Voici les rendements obtenus en fonction de la charge :

100 %	de charge	98,4 %	de rendement
50	—	98,5	—
25	—	97,75	—
10	—	94,9	—
1	—	65,0	—

Ces résultats semblent difficiles à dépasser. (*Industrie électrique*, n° 176 10 du juin 1899.)

G. B.

45. — **Les tramways électriques de Bruxelles.** — Un nouveau type de voiture va être créé pour les tramways bruxellois. On a constaté que, pour les types de tramways à double plate-forme, lorsque le vent soufflait d'arrière, les moteurs électriques dépensaient 46 à 47 ampères sous 202 volts alors que la voiture marchant contre le vent, dans les mêmes conditions d'exploitation, la dépense horaire variait

entre 68 et 69 ampères sous 200 volts. La dépense d'énergie se trouve donc augmentée de 35 0/0 environ. Dans le double but d'économiser l'énergie électrique et de rendre plus confortables les places de plate-forme, les nouvelles voitures affecteront à l'avant la forme triangulaire et le conducteur se placera au sommet de l'angle. (*Électricien*, n° 443, du 24 juin 1899.) G. B.

46. — **Usine à carbure de calcium d'Epierre.** — Cette usine, qui fonctionne depuis un an est située au pied du mont Lauzière. Les eaux d'un torrent qui coule sur les flancs de ce mont, sont captées dans un vaste réservoir situé à une altitude de 574 *m* au-dessus de l'usine et sont ensuite conduites aux turbines par une canalisation métallique de 2 266 *m* de longueur.

L'usine comporte quatre turbines Girard, à axe horizontal, d'une puissance de 600 *ch* à la vitesse de 600 tours par minute. Trois d'entre elles sont couplées chacune à un alternateur Thury; la quatrième actionne des broyeurs.

Les alternateurs Thury, construits par le Creusot, sont du type spécial à inducteurs à 12 projections polaires, 6 pour chaque enroulement de l'induit. L'excitation est séparée.

Les fours électriques occupent une vaste salle contiguë à celle des machines. (*L'Eclairage électrique*, n° 24, du 17 juin 1899.) G. B.

Pour la Chronique, les Comptes Rendus
et les Informations Techniques :
A. MALLET.

BIBLIOGRAPHIE

Anvers et la Belgique maritime, par Édouard DEISS (1).

L'auteur de cet ouvrage, Lauréat de la Société de Géographie commerciale de Paris et délégué par elle au VIIe Congrès de Navigation tenu l'année dernière, à Bruxelles, a décrit minutieusement : le port d'Anvers; son histoire mouvementée, ses nombreuses lignes de navigation, le bel outillage de ses quais, son commerce considérable — Ivoire, caoutchouc, pétrole, céréales, etc., — les causes de sa prodigieuse prospérité : puis le canal de Gand à Terneuzen, le futur port de Bruges, Ostende — la reine des plages, — la Côte Belge et ses « plagettes », Nieuport, les installations maritimes projetées à Bruxelles; de nombreuses photographies et des plans complètent le texte de ce livre fort intéressant.

Ponts en fer économiques, jetées et phares sur palées et pieux métalliques, par Don Jose E. RIBERA, Ingénieur des Ponts et Chaussées espagnols (2) (texte espagnol).

Notre Collègue, M. Jose Eugenio Ribera, Ingénieur des Ponts et Chaussées d'Espagne, a adressé à notre Société un ouvrage qu'il vient de publier sous le titre qui précède et qui traite d'un système de fondation qui a joui d'une assez grande réputation, il y a un certain nombre d'années, et qu'on a pu croire à tort un peu tombé depuis dans l'oubli.

L'idée du pieu à vis est déjà ancienne : les premières applications en ont été faites à Belfast, en 1833, pour l'amarrage des bouées par son inventeur Mitchell et il a été peu après, en 1838, employé pour les fondations du phare de Maplin-Sand.

Nous pouvons rappeler, à ce sujet, que la question des pieux à vis se trouve traitée avec quelques détails dans un mémoire sur les fondations en rivière, de Ch. Nepveu, inséré dans les *Bulletins* de 1855, page 173, de notre Société.

M. Ribera expose les divers systèmes de fondations en usage aujourd'hui pour les ports, leurs avantages, leurs inconvénients et les conditions qui peuvent en faire recommander l'emploi, puis il passe à l'étude spéciale du système de fondation sur pieux à vis et passe en revue les applications qui en ont été faites dans les divers pays, tant pour ponts-routes que pour ponts de chemins de fer; il termine par l'étude de l'emploi des pieux à vis pour les jetées, embarcadères, et phares. On y

(1) Un volume de 336 pages avec 80 photogravures et plans. — E. Bernard et Cie, éditeurs. Prix : 3 fr. 50.

(2) Un volume avec atlas. Bailly-Baillère et fils, éditeurs, Madrid.

trouve de nombreux détails sur les dispositions pratiques employées pour la construction des pieux, des vis, etc., et les procédés d'enfoncement.

Un chapitre est consacré au calcul des dimensions des diverses parties et au choix du métal à faire suivant les conditions d'emploi ; l'auteur y donne des formules que lui a suggérées la pratique de ce genre de travaux et des indications précieuses sur les conditions d'emploi des pieux, les appareils dont on peut se servir et les accidents à éviter. L'ouvrage se termine par des conclusions relatives aux applications à faire de ce système de fondations, qui présente des avantages de nature à le faire adopter dans bien des cas et qui justifient l'emploi déjà si étendu qui en a été fait. L'atlas contient 31 planches donnant les dessins d'ensemble et de détails de divers ouvrages exécutés dans ce système, dessins qui facilitent grandement la compréhension du texte et qui peuvent être utiles aux personnes qui, ne connaissant pas l'espagnol, ne pourraient tirer grand parti des descriptions contenues dans l'ouvrage.

A. Mallet.

Considérations générales sur le filetage, par l'Association générale des Élèves de Maistrance (1).

Cet ouvrage de 112 pages contient, après quelques considérations générales, un certain nombre de renseignements utiles sur le filetage.

Les pages 40 à 53 contiennent des tableaux très étendus donnant les rapports des mères-vis avec un certain nombre de pas à fileter, variant de 4 à 25 *mm* pour les mères-vis et de 1 à 275 *mm* pour les pas à fileter.

Le rapport indiqué $\frac{p}{P}$ facilite la recherche des engrenages propres.

Les pages 53 à 101 contiennent 4 072 rapports produisant des pas de 0,10666 *mm* à 9,375 *mm*, c'est-à-dire des calculs tout faits pour établir les trains d'engrenages à intercaler entre l'axe d'un tour et sa mère-vis, dans les limites indiquées ci-dessus. Préalablement, pages 6 à 13, on donne des exemples sur la composition des trains de 2, 4 et 6 roues.

Une mention des plus utiles est faite page 22 et suivantes pour le filetage des pas anglais sur des tours avec mère-vis métrique ou réciproquement celui des vis métriques sur les tours ayant mère-vis au pas anglais. Ce résultat s'obtient par l'intercalation dans le train d'engrenages d'une roue de 127 dents, nombre qui correspond à celui du 1/2 pouce anglais exprimé en dixièmes de millimètres.

Des tableaux analogues pour déterminer les relations entre les divisions, les hélices, l'avance des chariots et de leur vis conductrices sur les machines à fraiser sont également développés pages 31 à 37 ; ils sont d'une grande utilité pour cette branche de la mécanique pratique.

Le livre est certainement recommandable et mérite d'être propagé parmi le personnel actif des Usines de France, surtout en ce jour qui

(1) In-8°, 112 pages avec figures dans le texte. E. Bernard et Cie, éditeurs.

n'est, il faut l'espérer, qu'une période de transition, pendant laquelle on est obligé d'avoir affaire à deux mesures linéaires par suite de l'emploi simultané de machines avec organes à mesure métrique ou à mesure anglaise.

F.-G. KREUTZBERGER.

La Machine Locomotive, manuel pratique donnant la description des organes et du fonctionnement de la locomotive, à l'usage des mécaniciens et des chauffeurs, par M. Edouard SAUVAGE, Ingénieur en chef des Mines, Ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest(1).

Dans ses descriptions et explications, l'auteur de la *Machine Locomotive* a surtout cherché la clarté. Mais il n'a pas voulu dissimuler les complications que présentent nécessairement certaines parties de l'étude des machines, quand on la veut sérieuse.

L'ouvrage est divisé en neuf chapitres principaux, dans lesquels l'auteur examine et étudie successivement les points suivants : Généralités, — Chaudière, — Mécanisme, — Châssis, — Suspension, — Roues, — Types divers de locomotives,— Tenders,— Moyens d'arrêt,— Conduite des locomotives, — Service dans les dépôts.

La présente édition, qui est la troisième, contient la description de nouvelles dispositions adoptées en France; en outre, quelques exemples ont été empruntés à la pratique des pays étrangers.

Enfin, une série de figures nouvelles permet de bien connaitre l'état actuel de la construction des locomotives. Sous un petit volume, cet ouvrage renferme une quantité considérable de renseignements et de documents intéressants.

Le Tome III du **Traité d'Exploitation des Mines de houille**, par Ch. DEMANET et A. DUFRANE-DEMANET (2) vient de paraitre; il forme le complément des deux premiers volumes, dont il a déjà été rendu compte dans cette bibliographie (3), tomes qui renferment les chapitres ayant trait aux gites minéraux, aux recherches, au fonçage des puits et à leurs revêtements, au creusement et au soutènement des galeries, à l'emploi des explosifs, à l'aménagement des gites, aux transports souterrains et à l'aérage proprement dit.

Avec le tome III commence l'étude de l'*éclairage* ; on trouvera dans ce chapitre la description de nombreux types de lampes de sûreté adoptés en Angleterre, en Belgique et en France et celle des fermetures variées mécaniques, hydrauliques, pneumatiques ou magnétiques, combinées en vue de protéger l'ouvrier mineur contre sa propre imprudence, en s'opposant à l'ouverture de la lampe qui l'éclaire.

(1) Un volume petit in-8° avec 324 figures dans le texte. Prix, relié, 5 francs, Ch. Béranger, éditeur.

(2) Un volume in-8 de XII — 461 pages. Société Belge d'éditions, Bruxelles.

(3) Bulletin d'octobre 1898, p. 155.

L'étude des rallumeurs intérieurs, celle des lampes électriques, des lampes grisoumétriques et des indicateurs de grisou ont également trouvé place dans la nouvelle édition.

L'*Extraction* des produits au jour a subi des transformations notables. particulièrement les descriptions ayant trait aux guidonnages, aux câbles d'extraction, à la régularisation des résistances, aux châssis à molettes, aux clichages et à la fermeture des recettes.

Le chapitre concernant l'*Epuisement des eaux* présente des additions non moins importantes relatives aux serrements, aux tiges de pompes, aux pompes soulevantes, aux pompes foulantes, aux pompes à double effet et aux pompes souterraines.

Le dernier chapitre, qui eût gagné, vu la compétence des auteurs, à recevoir de plus notables développements, a trait à la *translation des ouvriers*, aux *manipulations des charbons* au jour, à l'*organisation du travail* dans les mines, au groupement et à la distribution des divers services miniers dans les *sièges d'extraction* et aux *questions relatives à la classe ouvrière*.

Un aperçu des *législations* minières française, belge, allemande, autrichienne, espagnole et russe termine cet important ouvrage, dont la première édition avait déjà rencontré une très grande et très légitime faveur parmi les exploitants des mines; le TRAITÉ D'EXPLOITATION DES MINES DE HOUILLE, rajeuni et complété, est appelé à rendre encore de nouveaux et sérieux services, car le lecteur y trouvera réunis des matériaux abondants et des renseignements précieux qu'il ne pourrait se procurer qu'au prix de laborieuses recherches dans de très nombreuses publications françaises et étrangères ; enfin cet ouvrage est le fruit d'une longue expérience professionnelle acquise par ses auteurs et qui en accroît encore singulièrement le prix.

H. COURIOT.

Traité de métallurgie du fer, par Léon GAGES, capitaine d'artillerie, ancien élève de l'École Polytechnique, ex-professeur à l'École d'application de l'artillerie et du génie. Tome deuxième : *Travail des métaux*.

L'analyse bibliographique du premier volume de cet intéressant ouvrage a été publiée dans le dixième Bulletin de la Société, mois d'octobre 1898.

Nous la terminions en souhaitant la prompte publication du second volume.

Ce *tome deuxième*, qui traite du *Travail des métaux*, vient de paraître ; on peut dire que c'est le plus important des deux.

Il est divisé en cinq parties :

a) Tout d'abord, dans des *Préliminaires* sur la mesure *des hautes températures*, l'auteur passe en revue le thermomètre à air, les moyens pyroscopiques, la lunette polarimétrique et les pyromètres thermo-électriques et optiques.

b) Titre Ier. — *Travail de la fonte par le moulage.* — Étude des appareils des fonderies. Cubilots, fours, creusets, poches, étuves. Modèles, moulages divers, coulée et défauts des pièces. Fonte malléable.

c) Titre II. — *Introduction à l'étude du travail de l'acier.* Le Lingot. — Coulée des lingots. Étude du lingot aux points de vue chimique et physique. Aciers sans soufflures et rôle du silicium; moulages d'acier, aciers comprimés.

d) Titre III. — *Travail de l'acier (Pratique et théorie). Pratique.* — Réchauffage des lingots. Forgeage au marteau-pilon et à la presse. Laminage. Laminages spéciaux, recuit après forgeage, trempe et revenu.

Théorie. Travaux de Tchernoff. Travaux de M. Osmond. Théorie cellulaire des propriétés de l'acier. Transformations du fer et du carbone. Théorie de la trempe.

e) Titre IV. — *Étude des propriétés des divers aciers. Les théories finales.* — Essais à froid et à chaud, machines pour ces essais.

Aciers au carbone et leur analyse micrographique. Aciers-manganèse, aciers-nickel, aciers au cuivre, au bore. Aciers au chrome, au tungstène, au molybdène, au silicium, etc., avec résumé des travaux modernes sur ces aciers de MM. Roberts-Austen, Osmond, Brustlein, Deshayes, etc.

Dans ce second volume, le capitaine Gages a donné un travail d'ensemble plus complet qu'aucun de ceux qui avaient été publiés avant lui en France. Il a rassemblé et résumé : une foule de notions sur la métallurgie moderne, qu'on ne pourrait se procurer qu'en lisant un grand nombre de publications et de volumes français et étrangers; et des renseignements qu'il serait difficile d'obtenir des industriels qui ne laissent pas pénétrer les secrets de leurs fabrications.

Il a donc été le premier à publier un vrai Traité français de métallurgie de l'acier, renfermant toutes les notions sur les traitements modernes de ce métal.

G. de Retz.

Les Matières colorantes azoïques, par Jaubert (Georges-F.), Docteur ès sciences, ancien préparateur de chimie à l'École Polytechnique *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)* (1).

Cet aide-mémoire, qui fait suite au volume publié récemment par l'auteur sur l'*Industrie du goudron de houille*, est destiné à donner une idée exacte de l'importance des matières colorantes azoïques. Il est divisé en colorants aminoazoïques, colorants oxyazoïques, colorants azoïques teignant sur mordants, colorants polyazoïques, colorants substantifs et colorants dérivant de bases diverses.

L'auteur a employé comme mode de représentation le système de tableaux inauguré il y a quelques années en Allemagne, par Julius. Schultz et Julius, et Hehne, puis en Angleterre par Green.

(1) Un volume petit in-8° : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs. — Gauthier-Villars, éditeur.

Cette monographie très complète des matières colorantes azoïques est précédée par deux courts chapitres sur les colorants nitrés et sur les colorants azoxyques.

Cet aide-mémoire trouve ainsi sa place marquée dans toutes les bibliothèques des laboratoires, aussi bien ceux des savants que ceux des industriels.

La Distribution d'énergie électrique en Allemagne, par Charles Bos et J. LAFFARGUE (1).

Cet ouvrage a été écrit à la suite d'un voyage en Allemagne, effectué par les auteurs, pour se rendre compte sur place des distributions d'énergie électrique existantes, soit pour l'alimentation de lampes à arc, à incandescence, moteurs électriques, soit pour la traction électrique. Les auteurs relatent tout ce qu'ils ont pu observer d'intéressant dans leur voyage à travers les grandes villes d'Allemagne, Francfort, Düsseldorf, Hambourg, Cologne, Berlin, Leipzig, Münich, etc., etc. Ils donnent la description des stations centrales, ainsi que les résultats d'exploitation obtenus depuis plusieurs années. Des chapitres spéciaux sont consacrés aux installations de traction électrique, aux renseignements sur les canalisations, aux appareils d'utilisation, aux règlements concernant les installations, etc., etc. C'est en résumé un ouvrage complet sur la distribution de l'énergie électrique en Allemagne, qui a sa place marquée dans la bibliothèque de tout ingénieur électricien soucieux de se tenir au courant des progrès de la science.

Le Carnet du Chauffeur, par le comte DE LA VALETTE (2), 1899 (3e année).

Ce petit volume de poche est rédigé par M. H. de La Valette, Ingénieur des Mines, dont on se rappelle l'intéressante Conférence faite par lui à la Société dans sa visite de l'Exposition des Automobiles.

Le Carnet du Chauffeur contient tous les renseignements utiles à ceux qui s'occupent d'automobilisme, renseignements d'ordre sportif aussi bien que d'ordre technique. L. P.

(1) Un volume in-8°, avec 203 planches, figures et tableaux. — Masson et Cie, éditeurs. — Prix relié toile : 22 francs.

(2) In-16 raisin, 328 pages.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES

DANS LA CHRONIQUE DU 1er SEMESTRE, ANNÉE 1899

TABLE DES MATIÈRES

TRAITÉES DANS LE 1[er] SEMESTRE, ANNÉE 1899

(Bulletins)

ADMISSIONS DE NOUVEAUX MEMBRES

AUTOMOBILES

BIBLIOGRAPHIE

CHEMINS DE FER

CHIMIE INDUSTRIELLE

CHRONIQUE

COMPTES RENDUS

CONCOURS

CONGRÈS

CONSTRUCTIONS CIVILES

CONSTRUCTIONS NAVALES

DÉCÈS

De MM. P. Auguste-Godchaux, L. Gonin, D.-A. Linard, A. Masselin, J.-D. Monnier, T. Pagniez, J.-F.-H. Wassner, G.-H. Love, E.-A. de Clomesnil, H. Géliot, A. Landmann, G.-G. Lecorbeiller, A. Maréchal, R. Llatas y Riera, Ch.-P.-J. Carron, G.-B. Lelubez, F. Brault, A. de Chambrun, Th. Bippert, G. Doppelmair, A. Moyse, Ch. Révérand, Ch.-H. Collet, L.-H.-V. Luchaire, P.-L. Niel, R.-L. Yvon, Ch.-E. Guerner, A.-J. Mesnard, F. Salgues, A. Wallaert, H. Desmaisons, J.-J. Freund, J.-E. Melon, A.-H. Gillet, J. Regnault, Ch.-G. Peignot, E. Lustremant (séances des 6 et 20 janvier, 3 et 24 février, 17 mars, 7 et 21 avril, 2 et 30 juin). 44, 47, 149, 159, 373, 528, 538, 928 et 943

de M. Félix Faure, Président de la République Française. — *Lettres et télégrammes* (séances des 17 et 24 février) . . . . . . 157 et 158

DÉCORATIONS FRANÇAISES

Chevaliers de la Légion d'Honneur : MM. Geny, Borja de Mozota, L.-E. Wiriot;

Officiers de l'Instruction Publique : MM. L.-A.-C. Bidou, P. Mercier, Ch. Nizet;

Officiers d'Académie : MM. Borderel, F.-H. Auderut, E.-J. Barbier, M.-J.-E. Baudon, J.-E. Bocquin, F.-F. Bourdil, E. Boyer, E.-J.-L. Brunswick, A.-J. Dague, J.-L.-A. Desmarest, E. Favier, H.-M.-J. Féolde, Ch. Gallaud, L.-E. Gaveau, H. Laval, P.-J.-B.-Ch.-A. Lefèvre, E.-L.-P. Leuvrais, E. Lizeray, J. Pérard, J.-E. Chabrand, P. Juppont, L. Aurientis, G. Olmer;

Officiers du Mérite Agricole : MM. M. Bixio et A. Egrot;

Chevaliers du Mérite Agricole : MM. J.-B. Berlier, H. Bunel, F.-M. Balme et M. de Nansouty; . . . .

DÉCORATIONS ÉTRANGÈRES

Grand-Officier d'Isabelle la Catholique : M. A. Barle;

Commandeur de Saint-Stanislas de Russie : M. A. Loreau;

Chevalier de Saint-Stanislas de Russie : M. A. de Dax;

Commandeur de Charles III d'Espagne : M. U. Fuentes-Birlayn;

Commandeur de Saint-Grégoire le Grand, M. H. Doat;

Grand Croix du Nicham Iftikar, M. J. Dybowski;

Officiers de Saint-Olaf de Norvège : MM. E. Cacheux, J. Pérard;

Officier du Dragon d'Annam : M. H. Chevalier;

Officier du Dragon Vert : M. H. Haguet;

Officier du Cambodge : M. A. de Gennes;

Officier de Léopold de Belgique : M. F. Honoré;

Chevalier de Léopold de Belgique : MM. L. Gérard et G. Hanarte;

Chevalier de la Conception du Portugal : M. L. de La Vallée-Poussin;

Chevalier de Saint-Grégoire-le-Grand : M. L. de La Vallée-Poussin;

DIVERS

DONS

ÉLECTRICITÉ

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

EXPOSITION DE 1900

EXPOSITIONS

HYGIÈNE

INFORMATIONS TECHNIQUES

JURISPRUDENCE ET LÉGISLATION

MÉCANIQUE

MÉTALLURGIE

MINES

NAVIGATION

NÉCROLOGIE

NOMINATIONS

OUVRAGES, MÉMOIRES ET MANUSCRITS REÇUS

PLANCHES

PRIX ET RÉCOMPENSES

SOCIÉTÉS SAVANTES ET JOURNAUX PÉRIODIQUES

STATISTIQUE

TÉLÉGRAPHIE

TRAVAUX PUBLICS

VISITES

TABLE ALPHABÉTIQUE

PAR

NOMS D'AUTEURS

DES MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LE 1er SEMESTRE, ANNÉE 1899.

Pages

